

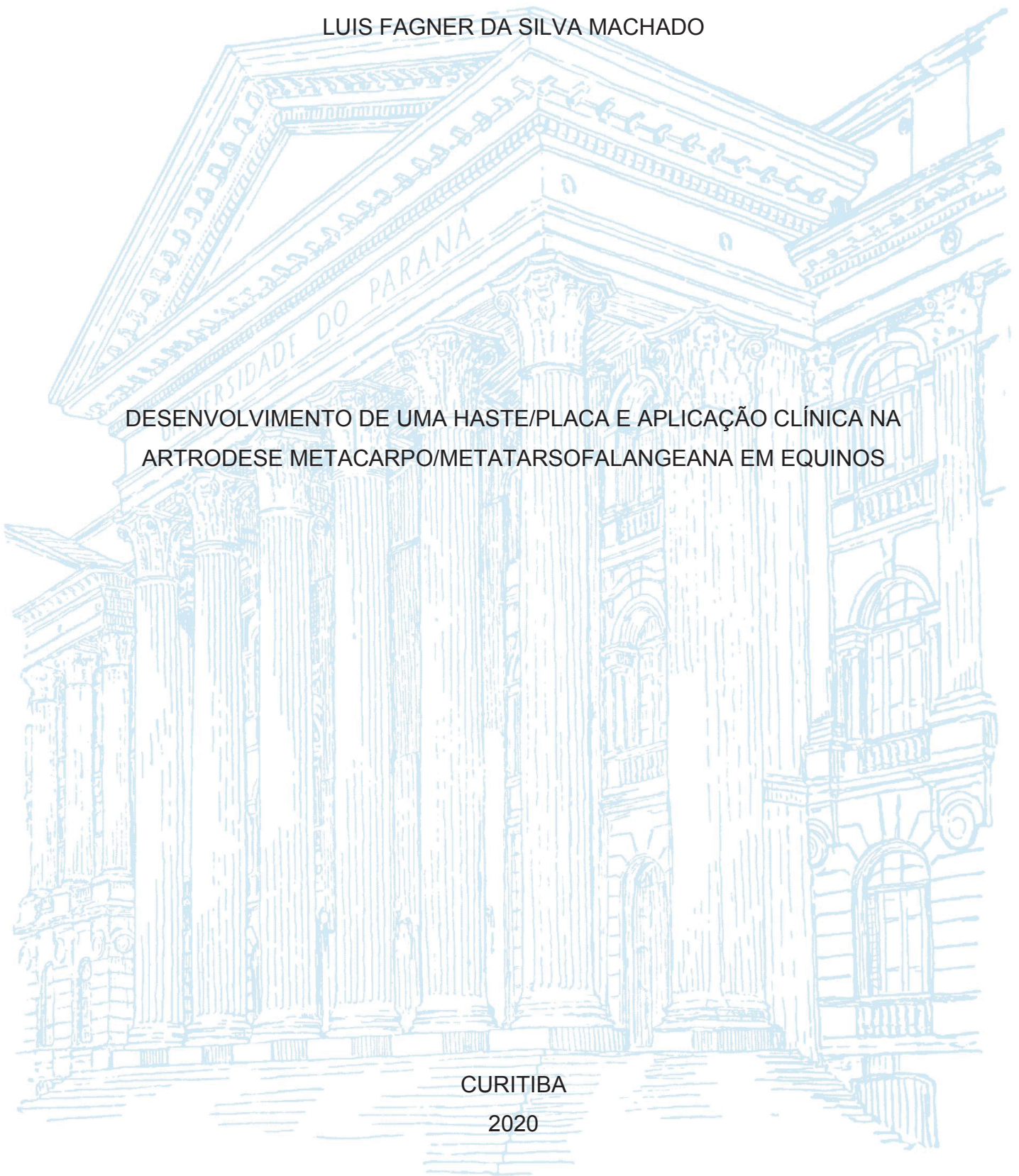
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

LUIS FAGNER DA SILVA MACHADO

DESENVOLVIMENTO DE UMA HASTE/PLACA E APLICAÇÃO CLÍNICA NA
ARTRODESE METACARPO/METATARSO FALANGEANA EM EQUINOS

CURITIBA

2020



LUIS FAGNER DA SILVA MACHADO

DESENVOLVIMENTO DE UMA HASTE/PLACA E APLICAÇÃO CLÍNICA NA
ARTRODESE METACARPO/METATARSO FALANGEANA EM EQUINOS

Tese apresentada ao curso de Pós-Graduação
em Ciências Veterinárias, Setor de Ciências
Agrárias, Universidade Federal do Paraná,
como requisito parcial à obtenção do título de
Doutor em Ciências Veterinárias.

Orientador(a): Prof. Dr. Peterson Triches
Dornbusch

CURITIBA

2020

Machado, Luis Fagner da Silva
Desenvolvimento de uma haste/placa e aplicação clínica na artrodese
metacarpo/metatarsofalangeana em equinos. / Luis Fagner da Silva
Machado. - Curitiba, 2020.

Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Paraná. Setor de
Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias.
Orientador: Peterson Triches Dornbusch.

1. Equinos. 2. Cirurgia veterinária - Técnica. 3. Articulações -
Cirurgia. I. Dornbusch, Peterson Triches. II. Título. III. Universidade Federal
do Paraná.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO CIÊNCIAS
VETERINÁRIAS - 40001016023P3

TERMO DE APROVAÇÃO

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em CIÊNCIAS VETERINÁRIAS da Universidade Federal do Paraná foram convocados para realizar a arguição da tese de Doutorado de **LUIS FAGNER DA SILVA MACHADO** intitulada: **DESENVOLVIMENTO DE UMA HASTE/PLACA E APLICAÇÃO CLÍNICA NA ARTRODESE METACARPO/METATARSO FALANGEANS EM EQUINOS**, sob orientação do Prof. Dr. PETERSON TRICHES DORNBUSCH, que após terem inquirido o aluno e realizada a avaliação do trabalho, são de parecer pela sua APROVAÇÃO no rito de defesa. A outorga do título de doutor está sujeita à homologação pelo colegiado, ao atendimento de todas as indicações e correções solicitadas pela banca e ao pleno atendimento das demandas regimentais do Programa de Pós-Graduação.

CURITIBA, 15 de Dezembro de 2020.

Assinatura Eletrônica

28/12/2020 21:13:32.0

PETERSON TRICHES DORNBUSCH
Presidente da Banca Examinadora

Assinatura Eletrônica

04/01/2021 13:21:05.0

IVAN DECONTO

Avaliador Externo (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ - MED.
VETERINÁRIA)

Assinatura Eletrônica

16/12/2020 10:19:00.0

MAX GIMENEZ RIBEIRO

Avaliador Externo (UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ)

Assinatura Eletrônica

23/12/2020 16:41:57.0

PEDRO PAULO MAIA TEIXEIRA

Avaliador Externo (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ)

Assinatura Eletrônica

16/12/2020 09:30:13.0

JUAN CARLOS DUQUE MORENO

Avaliador Interno (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ)

RUA DOS FUNCIONÁRIOS, 1540 - CURITIBA - Paraná - Brasil
CEP 80035050 - Tel: (41) 3350-5621 - E-mail: ppgcv.ufpr@gmail.com

Documento assinado eletronicamente de acordo com o disposto na legislação federal Decreto 8539 de 08 de outubro de 2015.

Gerado e autenticado pelo SIGA-UFPR, com a seguinte identificação única: 66033

Para autenticar este documento/assinatura, acesse <https://www.ppgcv.ufpr.br/siga/validante/autenticacaoassinaturas.jsp>
e insira o código 66033

AGRADECIMENTOS

A Deus por iluminar os caminhos da minha vida.....

Aos meus pais Luiz Carlos Machado (*in memoriam*) embora ausente, mas eternamente “vivo” em pensamento e espiritualidade e Petronília da Silva Machado, pelo amor, afeto e ensinar os grandes valores da vida.

Aos professores que tive ao longo dessa jornada, em especial ao Prof. Dr. Ivan Deconto, pelos conhecimentos, conversas e colaboração de sempre.

Ao Prof. Dr. Peterson Triches Dornbusch, pela orientação, ensinamentos, confiança e ideias para o desenvolvimento deste trabalho.

Ao Prof. Dr. Claudemir Rebeyka, pela contribuição na confecção das hastes.

Aos Professores, Amigos e Residentes da Anestesiologia e Clínica Cirúrgica de Grandes Animais do HV-UFPR pelas cirurgias e cuidados pós-operatórios com os animais do experimento.

Aos amigos que conquistei e aos que estreitei os laços ao longo dessa caminhada. Em especial, Jéssica Rodrigues da Silva, Guilherme Meirelles e meus compadres Monalisa Lokascek e Guilherme Colaço pelo carinho, amor, amizade e receptividade de sempre em seus lares.

Aos Amigos Jackson Schade, Mariana Cocco, Rafaella Hollanda e Maria Eduarda Papp verdadeiros irmãos que levarei para a vida e no coração pela grande contribuição na realização deste trabalho.

Ao meu amigo de trabalho, de vida e irmão Stefano Calomeno, pela ajuda e presença durante os momentos de maior necessidade.

A minha querida namorada, Pauline Raquel Kriese pelo incentivo, afeto, carinho e amor incondicional de sempre.

À Fundação Araucária pela concessão parcial da bolsa de doutorado.

E aos cavalos, muitos mais do que animais..... meus professores, meus amigos e meu sustento.....

“Talvez não tenha conseguido
fazer o melhor, mas lutei para que o
melhor fosse feito. Não sou o que
deveria ser, mas Graças a Deus, não
sou o que era antes”.

(Martin Luther King)

RESUMO

As articulações metacarpo/metatarsofalangeanas, bem como o aparato suspensor são usualmente acometidos por injúrias, pela intensa demanda física durante esportes e grande amplitude de movimento, predispondo a processos degenerativos e traumas. Em alguns casos, a artrodese é a técnica proposta para o parcial reestabelecimento funcional destas articulações. Muitas técnicas cirúrgicas possuem prognóstico desfavorável devido a complicações pós-operatórias, portanto o desenvolvimento de novas técnicas é importante. A técnica proposta proporciona o manejo das feridas em casos de ruptura do aparato suspensor associado a imobilização com tala. As hastes intramedulares são vantajosas em relação a outros métodos de fixação, apresentando menor custo, praticidade de aplicação e permitem o apoio do membro após retorno da anestesia. O objetivo do estudo foi desenvolver um implante intramedular modificado para artrodese metacarpo/metatarsofalangeana. O implante foi confeccionado no laboratório de engenharia mecânica da UFPR, consistindo em um pino intramedular revestido em titânio, fundido a uma placa. Procedimentos que conferissem maior resistência a fadiga do implante foram realizados, como *shot peening* e tratamento térmico. Para o estudo foram utilizados cinco equinos de diferentes raças, sexos e idades, da rotina do Hospital Veterinário da Universidade Federal do Paraná-Campus Curitiba, que tiveram como indicação a artrodese da articulação do boleto devido a trauma do aparato suspensor ou osteoartrite avançada. O animal número um, apresentou fratura do terceiro osso metacarpo 24 horas após a cirurgia pelo uso da haste intramedular curta, sendo substituída por haste bloqueada e imobilização, com formação de anquilose. O animal número dois apresentou fratura diafisária do terceiro osso metacarpo 11 dias do pós-cirúrgico, com imobilização até o terço proximal do mesmo osso imediatamente ao pós-operatório, estendendo-se até o nível da articulação úmero radio ulnar após fratura. A eutanásia por complicações secundárias foi realizada 56 dias do pós-cirúrgico. O animal número três apresentou quebra da haste 95 dias após a cirurgia, desenvolvendo anquilose. O animal número quatro apresentou infecção do implante, transcorrendo com sua retirada um ano após a cirurgia, entretanto com formação de anquilose. O animal número cinco estabeleceu completa anquilose com oito meses de evolução, entretanto a imobilização do membro operado ocorreu imediatamente após a cirurgia, permanecendo por 30 dias. A utilização da haste intramedular como proposto nesse estudo pode ser utilizada na artrodese de boleto em equinos, entretanto o correto comprimento da haste, a utilização de imobilização externa e um rígido controle da técnica asséptica são necessários para melhorar sua eficiência.

Palavras-chave: Aparato suspensor. Implante. Ortopedia equina. Osteoartrite. Pino-placa.

ABSTRACT

The metacarpo/metatarsophalangeal joints, as well as the suspensory apparatus, are usually affected by injuries, due to the intense physical demand during sports and great range of movement, predisposing to degenerative processes and trauma. In some cases, arthrodesis is the proposed technique for partial functional reestablishment of the limb. Many surgical techniques have an unfavorable prognosis due to postoperative complications, so the development of new techniques is important. The proposed technique provides wound management in cases of rupture of the suspensory apparatus, associated with cast immobilization. Intramedullary nails are advantageous in relation to other fixation methods, presenting lower cost, practical application and allow support of the limb after return from anesthesia. The aim of the study was to develop a modified intramedullary implant for metacarpo/metatarsophalangeal arthrodesis. The implant was developed in the mechanical engineering laboratory of Federal University of Parana (UFPR), consisting of an intramedullary pin coated in titanium, fused to a plate. In order to increase the resistance to implant fatigue were performed some procedures, such as shot peening and heat treatment. For the study, we used five horses of different breed, gender and age, from the Veterinary Hospital of the UFPR-Curitiba Campus, which had as indication the arthrodesis of the fetlock joint due to trauma of the suspensory apparatus or advanced osteoarthritis. Animal number one presented a fracture of the third metacarpal bone 24 hours after surgery by using short intramedullary nail, being replaced by blocked nail and immobilization, with the formation of ankylosis. Animal number two developed a diaphyseal fracture of the third metacarpal bone 11 days postsurgical, with immobilization to the proximal third of the same bone immediately after the surgery, extending to the level of the humerus-*radio-ulnar joint* after fracture. Euthanasia due to secondary complications was performed 56 days after surgery. Animal number three had a broken stem 95 days after surgery, developing ankylosis. Animal number four presented infection of the implant, leading to its removal one year after surgery, however with the formation of ankylosis. Animal number five obtained a positive result without complications from surgery until complete ankylosis with eight months of evolution; however, immobilization of the operated limb occurred immediately after surgery, remaining for 30 days. The use of the intramedullary nail, as proposed in this study, can be used in fetlock arthrodesis in horses; however, the correct nail length, the use of external immobilization and strict control of the aseptic technique are necessary to improve its efficiency.

Keywords: Suspensory apparatus. Implant. Equine orthopedics. Osteoarthritis. Pin-plate.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1. Confeção da placa fundida ao pino. Perfuração da placa para os parafusos de osso cortical de 5,5 mm (A). Fresamento frontal gerando uma superfície plana a placa para acomodação a primeira falange (B).....	25
FIGURA 2. Representações da haste intramedular modificada utilizada para artrodese metacarpo/metatarsofalangeanas. Em (A), é representada o protótipo da haste, antes da sua confecção. Em (B) é representada a haste já confeccionada.....	25
FIGURA 3. Forno industrial utilizado para o aquecimento térmico das hastes (A). Hastes após tratamento térmico no interior do forno (B).....	26
FIGURA 4. Procedimento shot peening, com jateamento de granalhas sobre a superfície das hastes em câmara específica (A). Granalhas modelo S390, utilizadas no jateamento sobre a superfície das hastes intramedulares modificada (B)	27
FIGURA 5. Incisão linear sobre a pele e face palmar da articulação metacarpofalangeana, identificando a extremidade distal do osso metacarpo e falange proximal.....	29
FIGURA 6. Fresamento da face palmar/plantar da falange proximal com broca de 15 mm para acomodação da placa.....	29
FIGURA 7. Fresamento da face palmar/plantar da falange proximal realizado para melhor colocação e fixação da placa (B)	30
FIGURA 8. Perfuração do canal medular pelo acesso distal do terceiro osso metacarpo/metatarso com a broca de nove mm	30
FIGURA 9. Perfuração do canal medular pelo acesso distal do terceiro osso metacarpo/metatarso com broca de 11 mm	31
FIGURA 10. Introdução da haste intramedular modificada no canal medular com a articulação estendida	32
FIGURA 11. Bastão acoplado junto a um dos orifícios dos parafusos para acomodação e ajuste da haste intramedular modificada, ao ângulo palmar/plantar da articulação metacarpo/metatarsofalangeana.	32

FIGURA 12. Placa da haste intramedular modificada acomodada e ajustada ao ângulo palmar/plantar da articulação metacarpo/metatarsofalangeana junto a falange proximal.....	33
FIGURA 13. Fixação dos dois parafusos para osso cortical de 5,5 mm na face palmar/plantar da falange proximal	33
FIGURA 14. Projeção radiográfica (LM) do (MTD) verificando perfuração do canal medular com broca de 11 mm (A). Projeção radiográfica (LM) do (MTD) verificando o posicionamento do pino no eixo longitudinal no osso terceiro metacarpo/metatarso (B). Projeção radiográfica (LM) do (MTD) verificando o posicionamento da haste intramedular modificada no canal medular e fixada a face palmar da falange proximal com os parafusos para osso cortical de 5,5 mm (C)	34
FIGURA 15. Imobilização com gesso sintético imediatamente após a cirurgia, permanecendo por 30 dias no pós-cirúrgico	34
FIGURA 16. Haste intramedular modificada curta (A). Em (B) imagem radiográfica (LM) com osso metatársico fraturado pela alavanca formada na extremidade proximal da haste. Em (C) imagem radiográfica (DP) com haste longa com bloqueio por parafusos e posterior consolidação (animal 01 – MPE)	37
FIGURA 17. (animal 02 – MTE) imagens radiográficas (DP) em (A), (LM) em (B) e (DLPMO 45°) em (C) do terceiro osso metacárpico fraturado 11 dias do pós-cirúrgico para artrodese com haste intramedular modificada (setas).....	33
FIGURA 18. (animal 02 – MTE) imagens radiográficas (DP) em (A), (DLPMO 45°) em (B) demonstrando formação de calo ósseo (setas) aos 45 dias após fratura do terceiro osso metacarpiano e imobilização ao nível da articulação úmero radio ulnar.....	38
FIGURA 19. (animal 03 – MTD) imagens radiográficas (LM) em (A), (DP) em (B), (DLPMO 45°) em (C) e (DMPLO 45°) em (D) evidenciando a haste intramedular modificada quebrada no local de inserção do primeiro parafuso (setas), 95 dias após o procedimento cirúrgico	39

- FIGURA 20. (animal 04 – MTD) imagens radiográficas (LM) em (A), (DP) em (B), (DLPMO 45°) em (C) e (DMPLO 45°) em (D) demonstrando anquilose parcial da articulação metacarpofalangeana com 90 dias de pós-operatório, pela técnica de artrodese com haste intramedular modificada40
- FIGURA 21. (animal 04 – MTD) imagens radiográficas (LM) em (A), (DLPMO 45°) em (B) com um ano de pós-cirúrgico com a haste intramedular modificada e imagem radiográfica (DLPMO 45°) em (C) após a retirada da haste intramedular modificada40
- FIGURA 22. (animal 05 – MTD) imagens radiográficas (LM) em (A), (DP) em (B) demonstrando a evolução da anquilose com quatro meses de pós-cirúrgico e imagens radiográficas (LM) em (C), (DP) em (D) demonstrando a evolução da anquilose com oito meses de pós-cirúrgico41
- FIGURA 23. (A) imagem radiográfica (LM), (MTE) evidenciando a espessura da cortical óssea com 3 mm, animal de 23 anos submetido a artrodese com haste intramedular modificada (animal 02). (B) imagem radiográfica (LM), (MTD) evidenciando a espessura da cortical óssea com 5 mm, animal de três anos submetido a artrodese com haste intramedular modificada (animal 04).....42

LISTA DE TABELAS

TABELA 01 - Resumo das complicações e resultado final das cirurgias. Membro torácicos direitos (MTD), membro torácico esquerdo (MTE) e membro pélvico esquerdo (MPE).....	41
---	----

LISTA DE ABREVIATURAS OU SIGLAS

ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária

BID – Bis in Die

DCP – Placa de compressão dinâmica

DLPMO – Dorsolateral Palmaromedial Obliqua

DMPLO – Dorsomedial Palmarolateral Obliqua

DP – Dorsopalmar

DR – Radiografia Digital

MPA – Medicação Pré Anestésica

MPD – Membro Pélvico Direito

MPE – Membro Pélvico Esquerdo

MTD – Membro Torácico Direito

MTE – Membro Torácico Esquerdo

PVPI – Polivinil Pirrolidona Iodo

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	15
2. OBJETIVOS	16
2.1 OBJETIVO GERAL	16
2.2 OBJETIVO ESPECÍFICO	16
3. HIPÓTESE	16
4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	17
4.1 HISTÓRICO	17
4.2 ANATOMIA	17
4.2.1 ARTICULAÇÕES CARTILAGINOSAS	18
4.2.2 ARTICULAÇÕES FIBROSAS	18
4.2.3 ARTICULAÇÕES SINOVIAIS	19
4.2.4 APARATO SUSPENSOR.....	19
4.2.5 ARTICULAÇÕES METACARPO/METATARSOFALANGEANAS	20
4.3 INDICAÇÕES DE ARTRODESE	20
4.4 TÉCNICAS DE ARTRODESE	21
4.5 PROGNÓSTICO E COMPLICAÇÕES	22
5. MATERIAL E MÉTODOS	24
5.1 ETAPAS DE PRODUÇÃO DA HASTE MODIFICADA	24
5.2 ANIMAIS	27
5.3 PROCEDIMENTO CIRÚRGICO	28
5.4 AVALIAÇÃO PRÉ E PÓS-OPERATÓRIA	35
5.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA	35
5.6 COMITÊ DE ÉTICA	35
6. RESULTADOS	36
7. DISCUSSÃO.....	43
8. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	49
9. REFERÊNCIA	50

1. INTRODUÇÃO

Atualmente os equinos estão presentes na sociedade humana com intuito de entretenimento e esporte (SILVA, 2014). Desde sua domesticação, estes são exigidos em diversos tipos de atividades, as quais podem afetar diretamente a saúde do aparelho locomotor (MARANHÃO, et al., 2006).

As articulações metacarpofalangeana e metatarsofalangeana, também conhecidas como articulação do boleto, são extremamente exigidas durante exercícios de alta intensidade (CANTLEY, et al. 1999). Injúrias destas articulações e do aparato suspensor são comuns e estão frequentemente relacionadas a processos degenerativos pela exigência destas estruturas durante exercícios de alta intensidade, grande amplitude de movimento, pequena área de contato e traumas (CANTLEY, et al. 1999). A indicação mais comum para o tratamento nos casos de ruptura do aparato suspensor ou claudicação crônica relacionada à osteoartrite é a estabilização da articulação, denominada artrodese (AUER, et al. 2011). A artrodese do boleto tem por objetivo zelar pelo conforto do paciente, fazendo-o apoiar novamente o membro, porém não possibilita retornar atividades de alta performance (ZUBROD, et al. 2005).

Muitas são as técnicas cirúrgicas para artrodese das articulações metacarpo/metatarsofalangeanas, entretanto o prognóstico é desfavorável devido a complicações pós-cirúrgicas, como a infecção do implante, associado com as técnicas comumente utilizadas. Portanto, procedimentos que promovam melhor estabilização articular com diminuição do tempo cirúrgico e tempo de exposição tecidual, reduzirão a chance de infecção e outras possíveis complicações.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Desenvolver uma haste intramedular modificada, bem como a técnica cirúrgica e instrumentais necessários para realização de artrodese, em equinos internados no Hospital Veterinário da Universidade Federal do Paraná - Campus Curitiba, apresentando lesões da articulação metacarpo/metatarsofalangeana, que tenham como indicação de tratamento a artrodese.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Verificar a melhor adaptação no uso da haste intramedular modificada para artrodese da articulação metacarpo/metatarsofalangeana;
- Diminuir o tamanho da incisão.
- Reduzir os riscos de infecção, através de uma incisão menor.
- Avaliar pós-operatório sem a necessidade da imobilização com gesso sintético.

3. HIPÓTESES

- a) A modificação da haste intramedular poderá deixá-la mais resistente e poderá melhorar a estabilização da articulação metacarpo/metatarsofalangeana.
- b) A redução e alteração da área de incisão poderá diminuir o tempo cirúrgico, consequentemente o tempo de exposição, reduzindo a chance de infecção.
- c) Verificar se os equinos pós-operados poderão permanecer sem gesso, permitindo melhor abordagem e tratamento, já que em várias ocasiões estes apresentam feridas nas regiões dos membros.

4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

4.1 HISTÓRICO

A primeira artrodese a ser descrita foi por Adams (1970) nas articulações intertársica proximal, intertársica distal e tarsometatársica, no tratamento de esparavão ósseo. Contudo a técnica de artrodese era controversa entre os cirurgiões ortopédicos de equinos (WYN-JONES; MAY, 1986).

Já em 1972, Mackay e Liddell relataram um caso de artrodese das articulações intertársica distal e tarsometatársica em um garanhão, na qual obtiveram êxito. Edward, em 1982, relatou um caso bem sucedido de artrodese das duas articulações em 17 de 20 equinos, porém Gabel (1982) indicou a artrodese como tratamento de última escolha, tendo em vista a dor causada no pós-operatório e prognóstico desfavorável na volta as atividades (WYN-JONES; MAY, 1986).

Em humanos, a artrodese de tornozelo foi descrita pela primeira vez em 1879, por Albert. Atualmente, continua sendo o tratamento de eleição para afecções do tornozelo, quando a articulação encontra-se severamente comprometida e os sintomas dolorosos não conseguem mais serem remediados (FERREIRA, SANTIN, MERCADANTE, 2000).

4.2 ANATOMIA

Uma articulação é formada pela união de dois ossos ou mais. Os ossos são parte fundamental que se encontram nas articulações, algumas os unem firmemente e outras permitem a livre movimentação. O sistema oficial e atual reconhece três principais categorias: cartilaginosas (ossos unidos por cartilagem), fibrosas (ossos unidos por tecido conjuntivo denso), e sinoviais (cavidade preenchida por fluido que se interpõem entre os ossos) (DYCE, 2010; GETTY; SISSON; GROSSMAN, 2008).

A cápsula articular possui duas camadas (externa e interna) e ambas são vascularizadas e inervadas. Na membrana sinovial encontramos os sinoviócitos, responsáveis pela produção do fluido sinovial. Os sinoviócitos do tipo A desempenham atividade fagocítica e os do tipo B sintetizam diversas macromoléculas importantes, dentre as quais o ácido hialurônico (SILVA, 2014).

O líquido sinovial trata-se de um fluido especializado que reflete alterações intra-articulares (FONSECA, et al., 2009). Apresenta função de lubrificação e nutrição das cartilagens, apresentando em sua composição proteínas de baixo peso molecular, ácido hialurônico e eletrólitos (SILVA, 2014). Não apresenta inervação nem irrigação e através dele torna-se possível encontrar informações sobre a natureza da lesão articular (FONSECA, et al., 2009).

A cartilagem articular apresenta um equilíbrio entre anabolismo e catabolismo (é metabolicamente ativa), quando lesionada pode ocorrer grande estresse, prejudicando sua integridade (SILVA, 2014).

4.2.1 ARTICULAÇÕES CARTILAGINOSAS

As articulações cartilaginosas também são chamadas de sincondroses, nas quais os ossos das articulações são unidos por cartilagem hialina ou fibrocartilagem. São as articulações presentes entre as epífises e diáfises de ossos longos em animais jovens, e a grande maioria delas são apenas temporárias e desaparecem após o nascimento (DYCE, 2010).

Sincondrose é chamada de articulação cartilaginosa primária e temporária, já a sínfise (articulação fibrocartilaginosa) é denominada articulação secundária, na qual os ossos permanecem unidos através da fibrocartilagem (KONIG; LIEBICK, 2016).

4.2.2 ARTICULAÇÕES FIBROSAS

As articulações fibrosas também podem ser denominadas de articulações fixas ou imóveis, nas quais os segmentos se encontram unidos por tecido fibroso (GETTY; SISSON; GROSSMAN, 2008).

Sindesmoses são outra classe de articulações fibrosas, constituídas de tecido fibroso branco ou elástico. Neste caso, dois ossos são unidos pelo tecido conjuntivo, um exemplo destas articulações são a união entre os pequenos ao grande osso metacarpiano (KONIG; LIEBICK, 2016).

As gonfoses não são consideradas articulações em absoluto e um exemplo destas são as inserções dos dentes ligados aos ossos, porém, os dentes não são julgados como parte do esqueleto (DYCE, 2010).

Suturas, são outra classe de articulações fibrosas, ligadas intimamente por tecido fibroso, também denominados de ligamentos suturais (GETTY; SISSON; GROSSMAN, 2008).

4.2.3 ARTICULAÇÕES SINOVIAIS

Também chamadas de articulações diartrodiais, os espaços entre os ossos são separados e articulados, os espaços são as cavidades articulares e estão preenchidos por fluidos. A membrana sinovial é protegida por uma cápsula fibrosa denominada cápsula articular. Os ligamentos estão estrategicamente posicionados para unir os ossos e movimentá-los em direções e extensões necessárias (DYCE, 2010).

A cartilagem hialina reveste a superfície articular, é insensível e avascular, justificando doenças articulares que progridem sem que o animal perceba. As cartilagens articulares podem variar em espessura e reduzem choques e fricções (GETTY; SISSON; GROSSMAN, 2008).

Superfícies articulares correspondem as faces articulares. São em sua maioria lisas e de formas variáveis. Constituídas de tecido ósseo denso especial que se difere histologicamente da substância compacta ordinária (KONIG; LIEBICK, 2016).

A cápsula articular possui duas camadas (externa de tecido fibroso e interna de camada ou membrana sinovial) e suas extremidades estão inseridas ao redor das superfícies articulares (GETTY; SISSON; GROSSMAN, 2008).

4.2.4 APARATO SUSPENSOR

O aparato suspensor funciona em conjunto, e todos os componentes devem estar livres de qualquer afecção para manter a homeostasia biomecânica, assim não comprometendo a integridade do conjunto, pois se uma parte é lesionada pode comprometer as demais. O aparelho suspensório é composto pelos ossos sesamoides proximais, ligamento metacarpointersesamoideo, ligamento suspensório, ligamentos sesamoideos distais reto e oblíquos e um reforço nesse apoio é fornecido

pelos tendões flexores digitais superficial e profundo e seus ligamentos acessórios (SCHWARZBACH, et al., 2008).

Nos membros pélvicos o ligamento suspensório se origina na face plantar proximal do terceiro metatarsiano. O ligamento suspensório é importante na função do aparelho suspensório da articulação metatarsofalangeana (DYCE, 2010; SCHWARZBACH, et al., 2008).

A função do dígito e do boleto é de sustentar o aparato suspensório, fazendo movimentos de flexão e extensão, funcionalmente o aparato suspensório do membro pélvico é semelhante ao membro torácico (STASHAK, 2006).

4.2.5 ARTICULAÇÕES METACARPO/METATARSOFALANGEANAS

No membro torácico, as articulações metacarpofalangeanas, interfalangeana proximal e distal ligam os ossos metacárpicos e falanges (proximal, média e distal). Estas articulações são denominadas articulações do boleto, quartela e do casco. Os ossos metacárpicos são divididos em II, III e IV, sendo o osso da canela (III) o mais forte deles (DYCE, 2010).

Os membros torácicos sofrem um grande número de enfermidades, por apoiarem cerca de 60% do peso corpóreo, com ênfase nas regiões distais (BORGES; CANOLA; MACHADO, 2001). Entre o grande osso metacárpico, primeira falange e ossos sesamoides proximais se localiza a articulação do boleto. Os ossos grandes estão ligados pelos ligamentos colaterais medial e lateral, os ligamentos adicionais menores e triangulares (colaterais) ancoram os ossos sesamoides (DYCE, 2010; SCHWARZBACH, et al., 2008).

As articulações metatarsofalangeanas não diferem muito de seus equivalentes no membro torácico. Nos membros pélvicos o aparato suspensório e anatomia do boleto são semelhantes à do membro torácico, exceto pelo ângulo articular. O metatarso do equino é levemente mais longo comparado ao metacarpo e o III metatársico apresenta-se mais arredondado (STASHAK, 2006; GETTY; SISSON; GROSSMAN, 2008).

4.3 INDICAÇÕES DA ARTRODESE

As principais indicações são para animais que apresentam claudicação crônica, no qual o tratamento com anti-inflamatórios ou procedimentos cirúrgicos destinados a restaurar a função articular não surtem efeito. A artrodese é realizada com intuito de aliviar a dor do paciente ou para fazê-lo apoiar o membro novamente (BAKER, 2013).

Os equinos com osteoartrite, fraturas de falanges proximal ou média, luxações, subluxações, artrite séptica, osteocondrite dissecante, cistos sub-condrais, desvios de falanges em potros, deformidades flexurais congênitas das articulações metacarpo/metatarsofalangeana, osteoartrose avançada com degeneração articular, fraturas articulares, articulações instáveis são candidatos a artrodese (CARON, et al., 1990; LATORRE; ZOPPA, 2013; MIYAZAWA; SILVA; PYLES, 2005; WHITEHAIR, et al., 1992; ZUBROD; SCHNEIDER, 2005; LATORRE; ZOPPA, 2013; SEO, et al., 2014).

O tratamento indicado para luxação é dependente da causa e tempo desde a injúria. Fraturas primárias resultando em luxação podem ser indicadas a artrodese, principalmente em casos crônicos. Luxações de boleto e quartela (devido a ruptura de ligamentos colaterais) e subluxações requerem também artrodese (CARON, 1990).

A artrodese de boleto realizada pela curetagem da cartilagem e fixador interno tem sido usada com sucesso em casos de fratura dos ossos sesamoides proximais, assim como luxação das articulações metacarpo/metatarsofalangeana (LATORRE; ZOPPA, 2013).

4.4 TÉCNICAS DE ARTRODESE

Artrodese por definição é a fusão cirúrgica de uma articulação, resultando em junção óssea, contudo, nem todas as articulações são propícias a realização desta técnica. Apesar de várias técnicas de artrodese estarem constantemente sendo desenvolvidas, até este momento não existe uma superior as demais. A artrodese em articulações de pouca movimentação, pode ser induzida por meio de injeções intra-articulares com monoiodoacetato de sódio ou álcool etílico 70% ou 95% (ANGELI; NICOLETTI, 2008; BAKER, 2013).

Para uma artrodese ser bem-sucedida é necessário debridar a cartilagem articular por meio da camada articular calcificada, expor o osso subcondral e alinhar a articulação em uma posição ideal para suporte do peso e então estabilização. A

ordem com que estes procedimentos são cumpridos variam, dependendo da articulação acometida (ZUBROD; SCHNEIDER, 2005).

A intervenção cirúrgica é estabelecida com fixação interna de instrumentais ortopédicos (SEO, et al., 2014). Várias técnicas de artrodese na região de articulação metacarpo/metatarsofalangeanas são descritas. Bramlage (1982) descreveu a primeira, sendo esta a mais usada rotineiramente, com apenas algumas modificações (ZUBROD; SCHNEIDER, 2005).

O acesso cirúrgico a articulação metacarpo/metatarsofalangeana tem sido feito por meio da incisão entre o ligamento colateral lateral e tendão extensor digital comum ou tendão extensor digital longo (MEEK; DICKINSON, 1977). Inicia-se o procedimento de artrodese debridando a cartilagem articular através de uma incisão lateral ou medial na articulação que secciona o ligamento colateral ou por meio de incisões dorsais na articulação. A cartilagem pode ser removida transpassando uma broca pelo espaço articular para realizar a fusão da articulação, sendo que esta é estabilizada através da colocação de um pino de transfixação colocados no terço distal do metatarso (ZUBROD; SCHNEIDER, 2005).

A opção mais viável ao paciente é a estabilização cirúrgica com implantes ortopédicos. A artrodese do boleto é tipicamente realizada perfazendo 14-16 orifícios de 5.5mm de largura utilizando placas de compressão dinâmica (LC-DCP) com uma dobra de 10-12° aplicada dorsalmente ao membro (CARPENTER, et al., 2008).

As técnicas de fixação interna tem sido desenvolvidas com intuito de acelerar o processo de anquilose, algumas delas consistem em dois parafusos cruzados e três parafusos paralelos em compressão com placa T (CARON, et al., 1990).

Schade et al. (2019) descreveu a utilização da técnica do cesto de aço modificada, baseada no sucesso para o tratamento de um caso de mielopatia cervical estenótica em um equino realizado por Araújo et al. (2015). A técnica consiste na inserção de um cesto de aço de 25,0 mm diâmetro x 25,0 mm comprimento em orifício criado por perfurações prévias entre o terceiro metatarso e a falange proximal. O preenchimento do cesto ocorreu posteriormente com osso extraído das respectivas perfurações. Dois parafusos foram inseridos em direção proximoplantar e distoplantar na epífise distal do terceiro metatarso e epífise proximal da falange proximal respectivamente, conferindo maior estabilização ao implante.

4.5 PROGNÓSTICO E COMPLICAÇÕES

A artrodese deve ser a última opção de tratamento, pois o prognóstico é desfavorável para o retorno as atividades esportivas. A técnica se aplica quando os equinos são acometidos cronicamente ou apresentam dor intensa e no caso do boleto principalmente devido a ruptura do aparato suspensor. Também quando a terapia clínica não surte o efeito desejado. É a opção mais viável para que o animal permaneça à pasto ou seja designado à reprodução. Diferente das articulações altas, a artrodese interfalângica proximal usualmente apresenta prognóstico mais favorável (CARPENTER, et al., 2008; WYN-JONES; MAY, 1986; KNOX; WATKINS, 2006; ZUBROD; SCHNEIDER, 2005). Quando a artrodese é utilizada no tratamento de doenças degenerativas, o prognóstico é mais favorável quando comparado aos casos de ruptura do aparato suspensório (BAKER, 2013), nas múltiplas lesões císticas associadas à osteoartrite severa, o prognóstico é desfavorável (ROSSETTI; SILVA, 2005).

O processo de anquilose da articulação pode demorar anos e não ocorrer completa fusão, o procedimento também pode não controlar completamente a dor do paciente (ZUBROD; SCHNEIDER, 2005). Dentre uma das principais e maiores complicações da artrodese, está a infecção do implante ortopédico (KNOX; WATKINS, 2006).

5. MATERIAL E MÉTODOS

5.1 ETAPAS DE PRODUÇÃO DA HASTE MODIFICADA

A haste utilizada no estudo foi confeccionada no laboratório de engenharia mecânica da UFPR, com aço cirúrgico 316 L, consistindo em um pino intramedular com aproximadamente 23cm de comprimento, fundidos a uma placa, onde dois terços proximais desse comprimento possuem 11mm de espessura e o terço distal 13mm. Esta diferença de espessura confere melhor introdução e acomodação do pino intramedular.

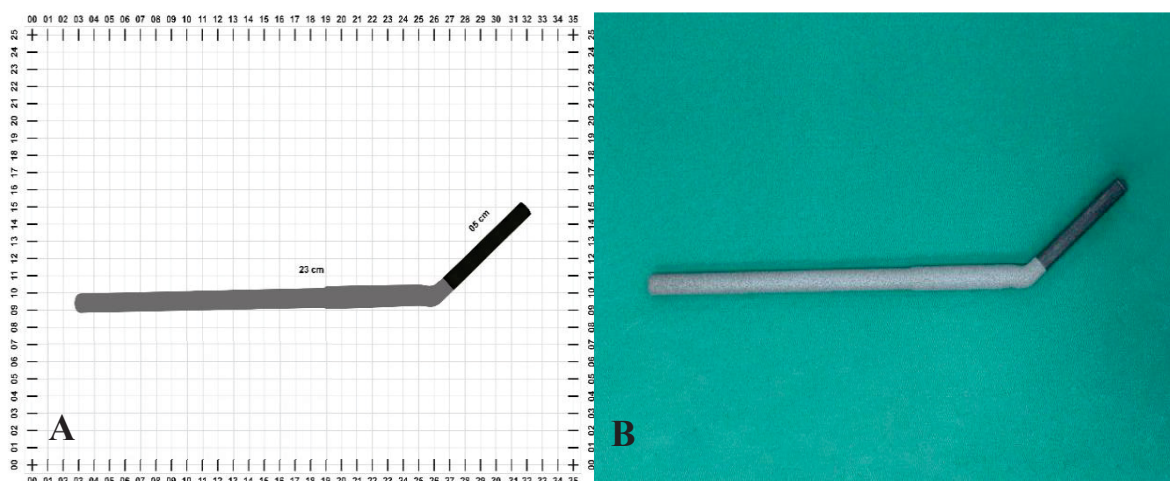
A placa foi fundida ao pino onde o comprimento e a quantidade de orifícios para os parafusos de 5,5 mm para osso cortical, sendo de dois a três (Figura 01), foi ajustado conforme o tamanho da primeira falange, possuindo 13mm de espessura. Na placa foi realizado o fresamento frontal em ambas as faces, gerando uma superfície plana para acomodação junto a primeira falange e as cabeças dos parafusos (Figura 01). A região onde o pino junta-se a placa forma um ângulo que pode variar entre 120° a 140° (Figura 02). Este ângulo foi ajustado em prensa hidráulica para cada animal, conforme as imagens radiográficas pré-operatórias. Segundo Whitehair, *et al.*, (1992) durante a sustentação de peso, o ângulo desta articulação foi de 135°.

Figura 1 Confeção da placa fundida ao pino. Perfuração da placa para os parafusos de osso cortical de 5,5 mm (A). Fresamento frontal gerando uma superfície plana a placa para acomodação a primeira falange (B)



Fonte: Do autor (2020)

Figura 02 Representações da haste intramedular modificada utilizada para artrodese metacarpo/metatarsofalangeanas. Em (A), é representada o protótipo da haste, antes da sua confecção. Em (B) é representada a haste já confeccionada verificando o *shot peening*, conferindo aspecto rugoso, melhorando a osteointegração.

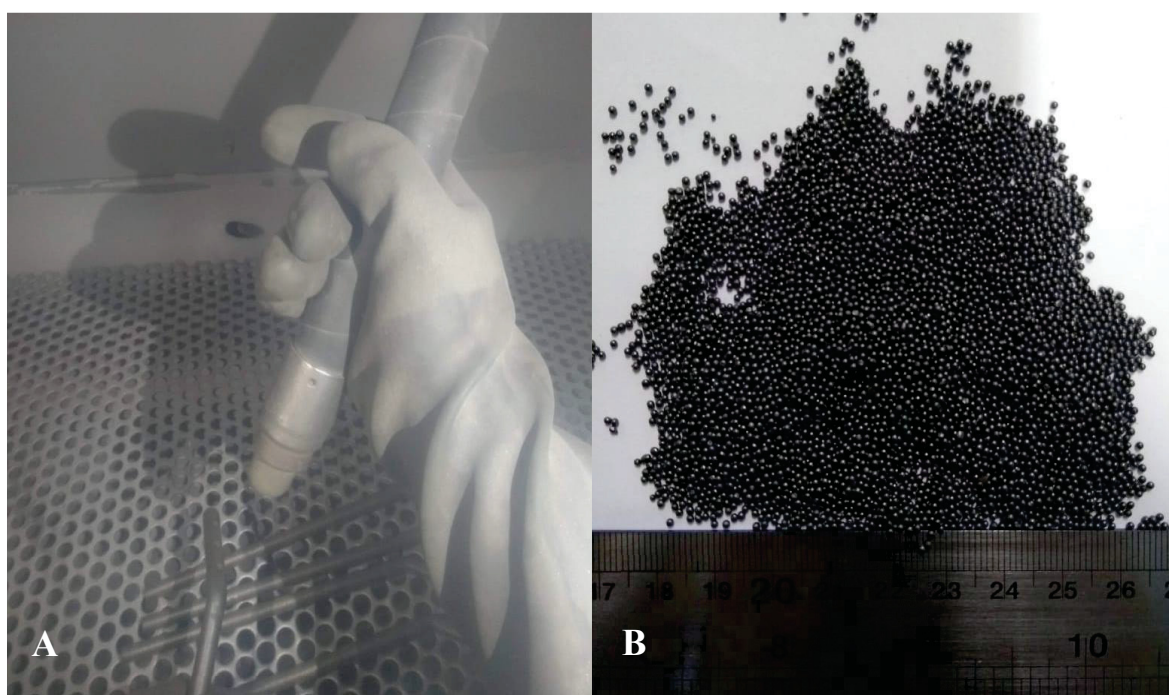


Fonte: Do autor (2020)

Para maior resistência e conformação da haste no espaço intramedular, alguns procedimentos de metalurgia foram realizados no aço cirúrgico, como o *shot peening*, tratamento térmico e revestimento com titânio.

O *shot peening* consiste no jateamento com granalhas sobre a superfície do aço, sendo definido como um tratamento mecânico superficial, conferindo aos materiais processados aumento na resistência à fadiga mecânica (Figura 03).

Figura 03 Procedimento de *shot peening*, com jateamento de granalhas sobre a superfície das hastes em câmara específica (A). Granalhas modelo S390, utilizadas no jateamento sobre a superfície das hastes intramedulares modificadas (B).



Fonte: Do autor (2020)

O tratamento térmico foi realizado com o intuito de aliviar as tensões residuais dos processos de usinagem anteriores conferindo maior resistência a fadiga. Para tal, as hastes foram aquecidas a 800 ° C por uma hora e resfriadas a temperatura ambiente (Figura 04).

Figura 04 Forno industrial utilizado para o tratamento térmico das hastes (A). Hastes após tratamento térmico no interior do forno industrial (B).



Fonte: Do autor (2020)

O revestimento com titânio foi realizado com o intuito de proporcionar o processo de osteointegração, sendo a união estável e funcional entre o osso e uma superfície de titânio. Este fenômeno ocorre após a inserção de peça em titânio dentro do osso e a migração de células ósseas para a superfície do metal.

O uso da haste foi ajustável conforme a melhor adaptação e necessidade, indicado principalmente em pacientes com reduzida flexibilidade articular, em decorrência de osteoartrite avançada.

5.2 ANIMAIS

Os equinos utilizados para o estudo foram de diferentes raças, sexo e idades, todos procedentes da rotina do Hospital Veterinário da Universidade Federal do Paraná-Campus Curitiba que tiveram como indicação, a artrodese da articulação metacarpo/metacarpofalangeana devido a trauma com perda do aparato suspensor ou osteoartrite avançada. Cinco equinos foram submetidos a artrodese metacarpo/metatarsofalangeana com haste intramedular modificada, sendo dois machos e três fêmeas com idade que variaram das 3 aos 23 anos.

5.3 PROCEDIMENTO CIRÚRGICO

Após jejum alimentar de 12 horas e hídrico de seis horas, os equinos foram levados ao tronco de contenção para a realização da tricotomia, colocação de cateter e sedação.

Assim que sedados, encaminhados para sala de pré-operatório e induzidos, via talha elétrica foram encaminhados ao centro cirúrgico e posicionados em decúbito lateral, com o membro acometido mais elevado. A antissepsia foi realizada com PVPI degermante, PVPI tópico e álcool iodado. Para os procedimentos cirúrgicos, foi optado como protocolo anestésico a utilização de um alfa 2 agonista, o cloridrato de xilazina, na dose de 0,5 mg/kg de medicação pré - anestésica (MPA). Após devida sedação, a indução anestésica foi realizada com o dissociativo cloridrato de cetamina, na dose de 2,2 mg/kg, e, complementando para melhor relaxamento muscular, o benzodiazepínico midazolam na dose de 0,05 mg/kg e éter gliceril guaiacol na dose de 50mg/kg sob a concentração de 2,5% Para a manutenção anestésica, optou-se a infusão contínua de cloridrato de xilazina em taxa fixa de 0,5 mg/kg/hora e cloridrato de lidocaína a 2 mg/kg/hora. Juntamente foi utilizado isoflurano em taxa variável ao longo do procedimento.

Previamente foi fixado um garrote por uma hora no máximo no membro em que decorreu a cirurgia, associado ao garrote foi procedido a anestesia de Bier aplicando-se 20 ml de lidocaína sem vasoconstrictor na veia cefálica. Uma luva estéril foi colocada na região do casco, com intuito de reduzir possíveis focos de contaminação.

Para iniciar a cirurgia, pele e subcutâneo foram incisados por meio de um bisturi e eletrocautério. Uma incisão linear foi executada sobre a pele na face palmar ou plantar a articulação metacarpo/metatarsofalangeana e primeira falange, posteriormente foi procedida uma incisão sagital nos tendões flexores digital profundo e digital superficial, expondo a cápsula articular no sentido longitudinal, paralelamente com a incisão, expondo a articulação (Figura 05). Estruturas de tecido mole como ligamento anular digital distal, ligamento anular, ligamentos sesamoideos oblíquos e reto foram preservados.

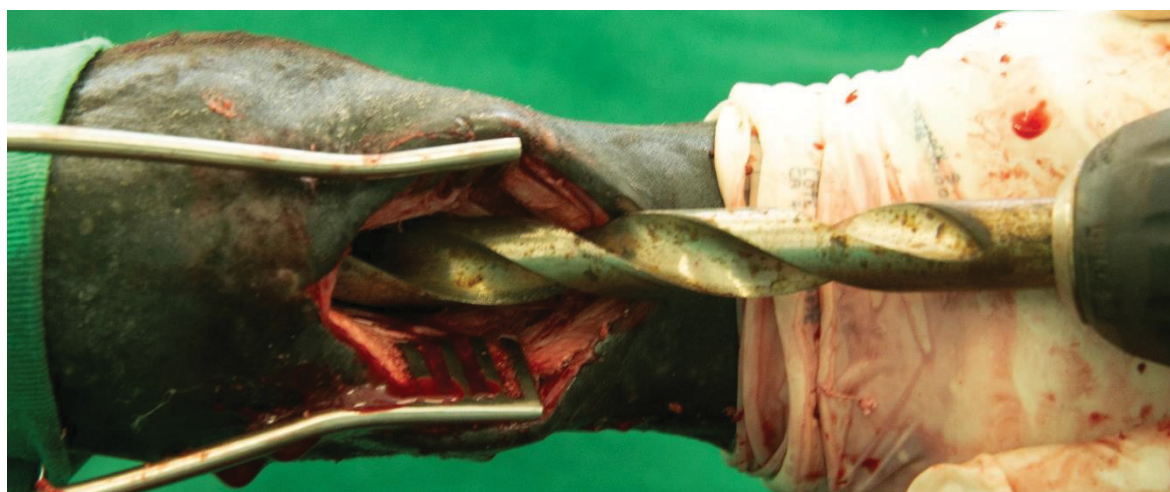
Figura 05 Incisão linear sobre a pele e face palmar a articulação metacarpofalangeana, identificando a extremidade distal do osso do metatarso e primeira falange.



Fonte: Do autor (2020)

A rugina promoveu a limpeza dos tecidos que envolvem os ossos e com auxílio de uma broca de 15 mm a primeira falange no seu aspecto palmar/plantar foi fresada no formato da placa, que facilita sua colocação e fixação (Figuras 06 e 07).

Figura 06 Fresamento da face palmar/plantar da primeira falange com broca de 15 mm para acomodação da placa.



Fonte: Do autor (2020)

Figura 07 Fresamento da face palmar/plantar da falange proximal realizado para melhor colocação e fixação da placa (B).



Fonte: Do autor (2020)

Com a furadeira e uma sequência de brocas, foi realizada a perfuração do canal medular no metacarpo/metatarso. A sequência de brocas foi utilizada para evitar possíveis fraturas a cortical óssea, bem como servir como guia para o acesso correto ao canal medular. Em ordem crescente é realizada a perfuração com as brocas de sete, nove (Figura 08), 11 (Figura 09) e 13 mm, pelo acesso distal do terceiro osso metacarpo/metatarso.

Figura 08 Perfuração do canal medular pelo acesso distal do terceiro osso metacarpo/metatarso com a broca de nove mm.



Fonte: Do autor (2020)

Figura 09 Perfuração do canal medular pelo acesso distal do terceiro osso metacarpo/metatarso com a broca de 11 mm.



Fonte: Do autor (2020)

Posteriormente com a articulação estendida, a haste intramedular foi introduzida no canal medular (Figura 10), com auxílio de um bastão rosqueado a um dos orifícios dos parafusos (Figura 11), a haste foi acomodada e ajustada ao ângulo palmar/plantar da articulação metacarpo/metatarsalofalangeana junto a primeira falange (Figura 12) e a placa com dois orifícios, permite a fixação de dois parafusos para osso cortical de 5,5mm na face palmar ou plantar da falange proximal (Figuras 13).

Figura 10 Introdução da haste intramedular modificada no canal medular com a articulação estendida.



Fonte: Do autor (2020)

Figura 11 Bastão acoplado junto a um dos orifícios dos parafusos para acomodação e ajuste da haste intramedular modificada, ao ângulo palmar/plantar da articulação metacarpo/metatarsal-falangeana



Fonte: Do autor (2020)

Figura 12 Placa da haste intramedular modificada acomodada e ajustada ao ângulo palmar/plantar da articulação metacarpo/metatarsofalangeana junto a falange proximal.



Fonte: Do autor (2020)

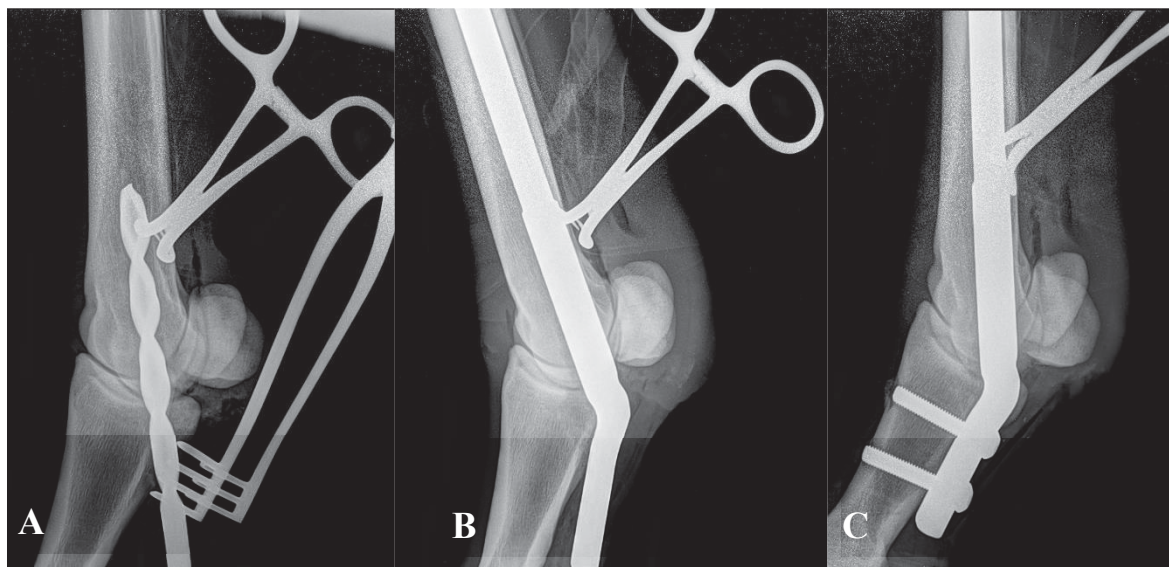
Figura 13 Fixação dos dois parafusos para osso cortical de 5,5 mm na face palmar/plantar da falange proximal.



Fonte: Do autor (2020)

Projeções radiográficas dorsopalmar/plantar e lateromedial (Figura 14) foram realizadas simultaneamente no trans-operatório, determinando qualquer desvio das brocas e da haste no eixo longitudinal no osso metacarpo/metatarso.

Figura 14 Projeção radiográfica (LM) do (MTD) verificando perfuração do canal medular com broca de onze mm (A). Projeção radiográfica (LM) do (MTD) verificando o posicionamento do pino no eixo longitudinal no osso terceiro metacarpo/metatarso (B). Projeção radiográfica (LM) do (MTD) verificando o posicionamento da haste intramedular modificada no canal medular e fixada a face palmar da falange proximal com os parafusos para osso cortical de 5,5 mm.



Fonte: Do autor (2020)

Após síntese do subcutâneo e pele a imobilização com gesso sintético foi realizada até o terço proximal do terceiro osso metacarpo/metatarso (Figura 15), permanecendo por 30 dias (realizado nos animais 02 e 05 do experimento) contribuindo para um melhor retorno anestésico, minimizando a dor do pós-operatório, acelerando a anquilose e evitando quebra da haste.

Figura 15 Imobilização com gesso sintético imediatamente após a cirurgia, permanecendo por 30 dias no pós-cirúrgico



Fonte: Do autor (2020)

No pós-operatório os pacientes receberam enrofloxacin 2,5 mg/kg, via oral, SID, por até 21 dias; fenilbutazona 2,2 mg/kg intravenosa, SID, durante sete dias;

omeprazol 2 mg/kg via oral, SID, durante vinte e um dias e morfina 2 mg/kg via epidural BID, durante três dias.

5.4 AVALIAÇÕES PRÉ E PÓS-OPERATÓRIAS

Os resultados foram avaliados por meio de exames radiográficos no pré e pós-operatórios com intervalos de 15 dias, até o desaparecimento da linha articular, julgados quanto a fusão dos ossos envolvidos.

Os exames radiográficos foram realizados com equipamento de radiografia digital portátil DR, (UNO EQUI CUATTRO). As projeções analisadas foram: dorsolateral-palmar/plantaromedial oblíquas 45° (DLPMO), dorsomedial-palmar/plantarolateral oblíqua 45° (DMPLO), lateromedial (LM) e dorsopalmar/plantar (DP).

Foi realizado também o exame clínico do aparelho locomotor, principalmente da região acometida verificando os sinais cardeais da inflamação e o grau de claudicação de uma escala de I a V (AAEP, 1996).

5.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Foi realizado a média do ângulo final das hastes.

5.6 COMITÊ DE ÉTICA

A realização deste estudo foi aprovada pelo Comitê de Ética Animal do Setor de Ciências Agrárias sob o protocolo de número 101/2016. Os animais submetidos a cirurgia para artrodese metacarpo/metatarsofalangeana com haste intramedular modificada são oriundos da rotina clínica/cirúrgica do Hospital Veterinário da Universidade Federal do Paraná – UFPR.

6 RESULTADOS

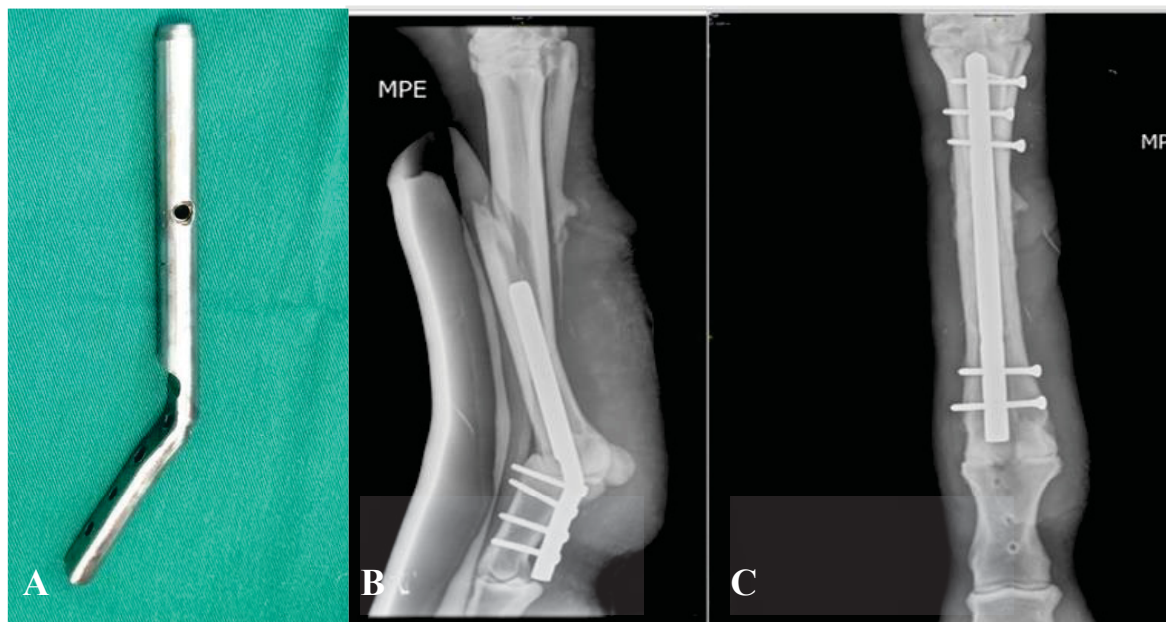
Dentre os animais avaliados, cinco foram submetidos a artrodese metacarpo/metatarsofalangeana por meio da técnica proposta, sendo um animal devido à ruptura do aparato suspensor e os demais por desenvolvimento de osteoartrite.

Complicações pós-operatórias foram evidenciadas em quatro equinos submetidos a cirurgia. Dois cavalos apresentaram fratura, sendo um relacionado ao terceiro osso metatarso e outro ao terceiro osso metacarpo. O primeiro cavalo apresentou fratura do terceiro osso metatarso no pós-operatório pelo uso da haste intramedular curta, sendo substituída por haste bloqueada e imobilização externa, com formação de anquilose. O segundo cavalo apresentou fratura diafisária do terceiro osso metacarpo, com imobilização até o terço proximal do mesmo osso imediatamente ao pós-operatório, estendendo-se até o nível da articulação úmero radio ulnar após a fratura. A eutanásia por complicações não relacionadas à cirurgia foi realizada 56 dias do pós-cirúrgico. O terceiro cavalo apresentou quebra da haste na região da placa, no orifício do parafuso proximal, sendo evidenciada anquilose mesmo com a quebra do implante. O quarto animal apresentou infecção do implante, a qual foi evidenciada 30 dias após a cirurgia, transcorrendo com sua retirada um ano após o procedimento, entretanto, com formação de anquilose. O quinto animal obteve resultado positivo sem intercorrências da cirurgia até completa anquilose com oito meses de evolução, a imobilização do membro operado ocorreu imediatamente após a cirurgia, permanecendo por 30 dias.

A adaptação da angulação das placas foi realizada com base nas imagens radiográficas pré-operatórias. A média final do ângulo das hastes devido as modificações realizadas antes da cirurgia ficaram com 151°.

O paciente número um foi operado devido a ruptura traumática do aparelho suspensor do membro pélvico esquerdo, apresentando evolução e resultado positivo, entretanto com algumas intercorrências como fratura diafisária simples em espiral (tipo A) no terço médio do terceiro osso metatarso na região da extremidade proximal da haste, após 24 horas à cirurgia devido à haste ser curta (Figura 16 A, B). O implante foi trocado por uma haste bloqueada para o tratamento da fratura que ocorreu como complicação da utilização da haste intramedular modificada (Figura 16 C). A partir deste caso todos os demais foram procedidos com haste longa.

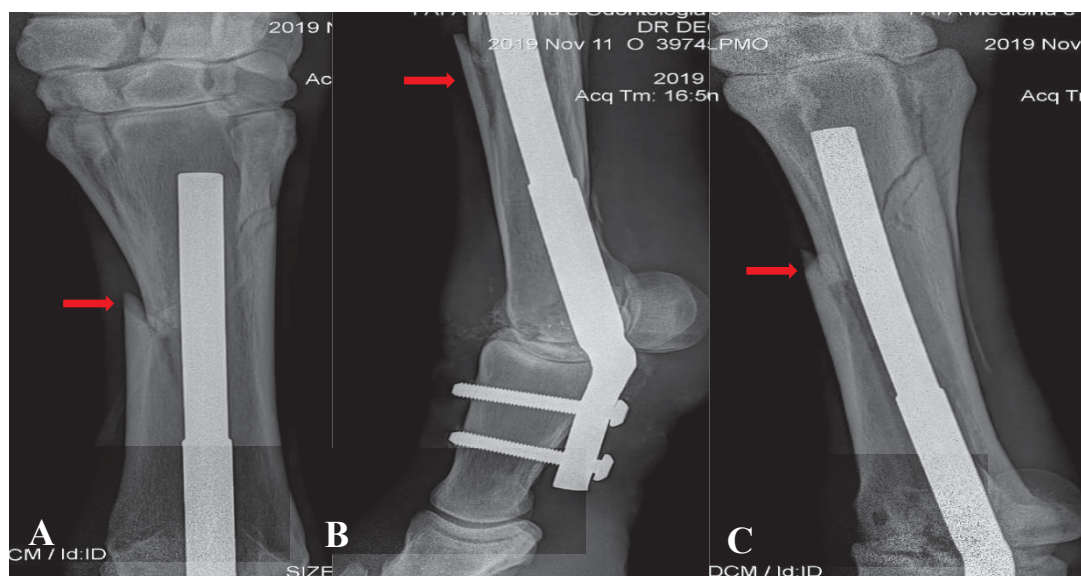
Figura 16 Haste intramedular modificada curta (A). Em (B) imagem radiográfica (LM) com osso metatársico fraturado pela alavanca formada na extremidade proximal da haste. Em (C) imagem radiográfica (DP) com haste longa com bloqueio por parafusos e posterior consolidação (animal 01 – MPE).



Fonte: Do autor (2020)

O paciente número dois, fêmea com 23 anos de idade, submetido a artrodese com a haste intramedular modificada em decorrência de osteoartrite, apresentou também fratura do terceiro osso metacárpico 11 dias no pós-cirúrgico (Figura 17).

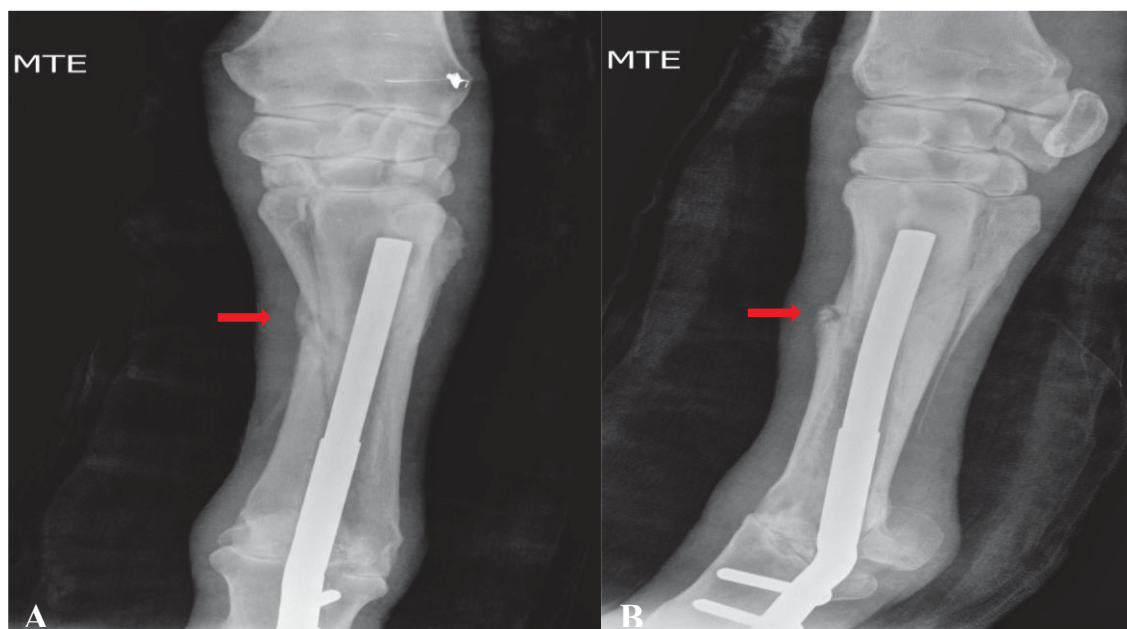
Figura 17 (animal 02 – MTE) imagens radiográficas (DP) em (A), (LM) em (B) e (DLPMO 45°) em (C) do terceiro osso metacárpico fraturado 11 dias do pós-cirúrgico para artrodese com haste intramedular modificada (setas)



Fonte: Do autor (2020)

Quando comparado ao paciente número um que apresentou fratura devido a haste curta, neste foi utilizado a haste longa, preenchendo todo o canal medular e imobilizado até o terço proximal do terceiro osso metacarpiano imediatamente após a cirurgia. Imediatamente após a fratura, o membro foi totalmente imobilizado até o nível da articulação úmero rádio ulnar, demonstrando formação de calo ósseo no transcorrer dos 45 dias após imobilização (Figura 18). Por consequência de síndrome do abdome agudo, o paciente foi submetido a eutanásia 56 dias do pós-cirúrgico.

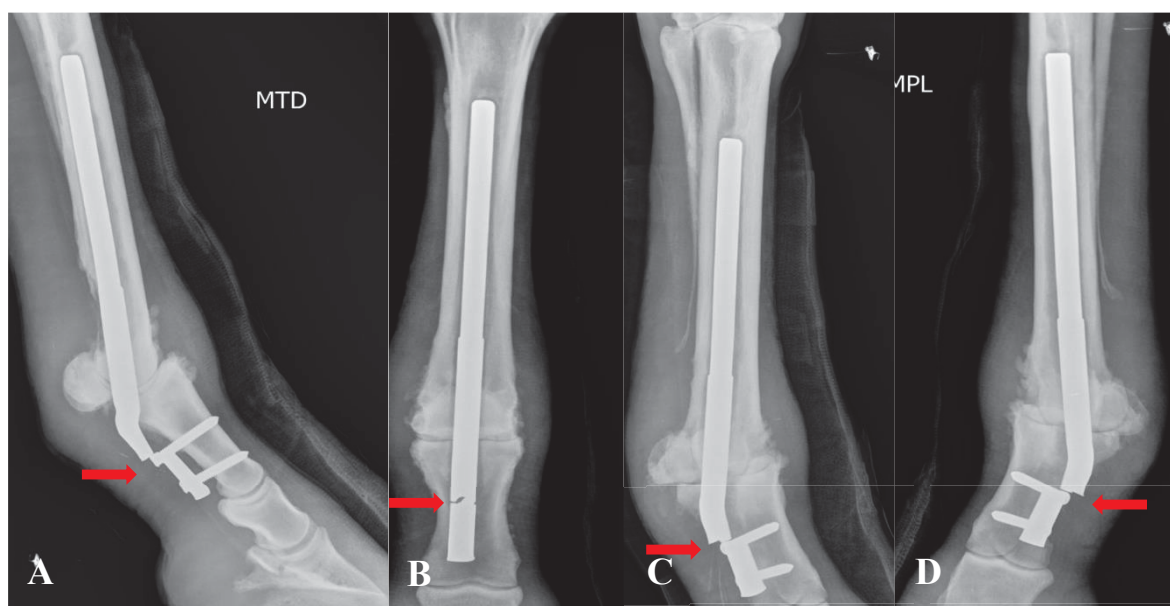
Figura 18 (animal 02 – MTE) imagens radiográficas (DP) em (A), (DLPMO 45°) em (B) demonstrando favorável cicatrização óssea e formação de calo ósseo (setas) aos 45 dias após fratura do terceiro osso metacarpiano com imobilização até o nível da articulação úmero radio ulnar.



Fonte: Do autor (2020)

O paciente número três, houve complicação da técnica devido à quebra da extremidade distal da haste aos 95 dias do pós-operatório (Figura 19). Neste paciente não foi realizada imobilização com gesso no pós-operatório imediato.

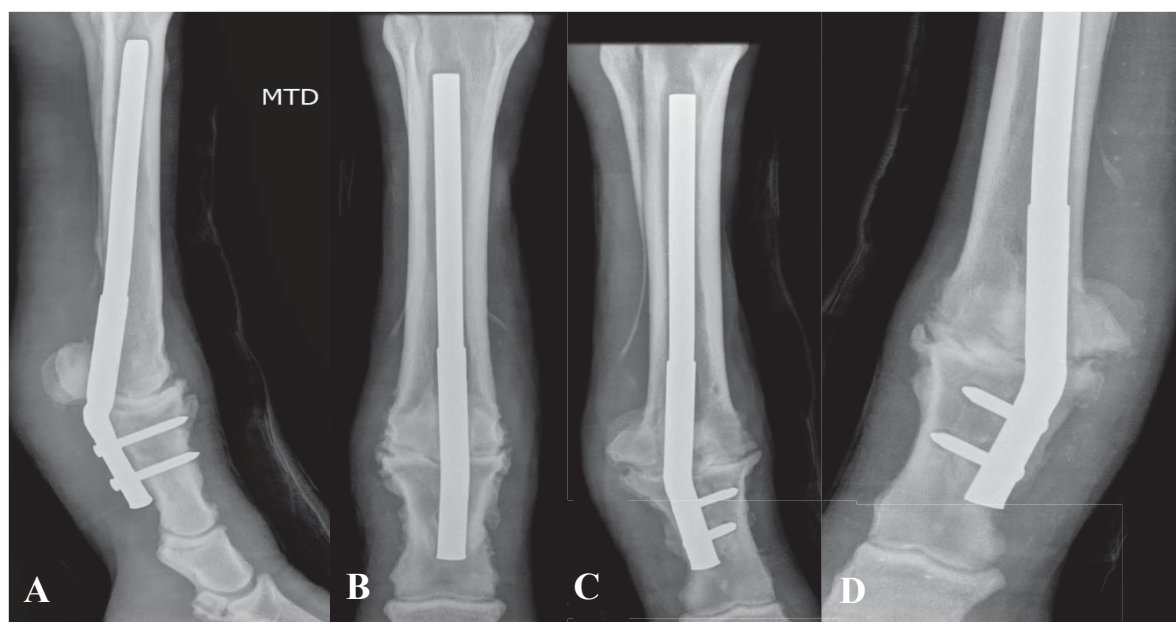
Figura 19 (animal 03 – MTD) imagens radiográficas (LM) em (A), (DP) em (B), (DLPMO 45°) em (C) e (DMPLO 45°) em (D) evidenciando a haste intramedular modificada quebrada no local de inserção do primeiro parafuso (setas), 95 dias após o procedimento cirúrgico.



Fonte: Do autor (2020)

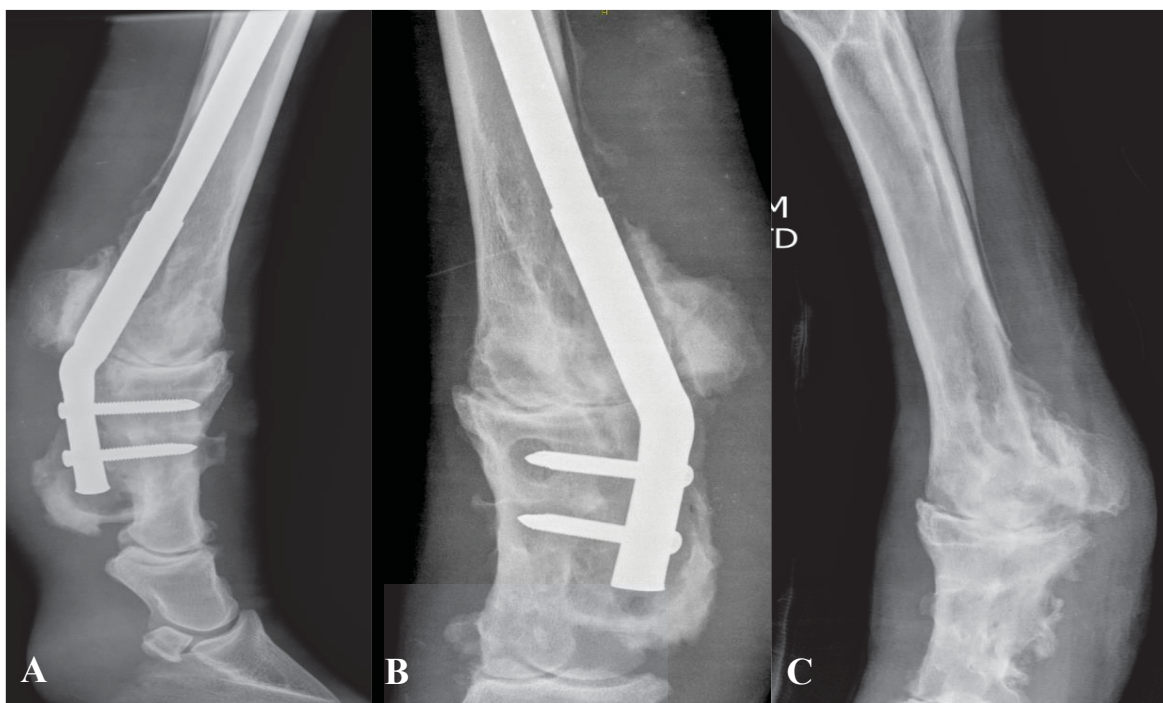
A contaminação com rejeição ao implante ortopédico no pós-operatório foi também uma das complicações, ocorrendo com o animal número quatro. A retirada do implante se fez necessária um ano após a cirurgia (Figura 21), entretanto a anquilose já se encontrava estabelecida. Na Figura 20 verificamos as imagens radiográficas da evolução do pós-operatório e da anquilose com 90 dias de pós-cirúrgico.

Figura 20 (animal 04 – MTD) imagens radiográficas (LM) em (A), (DP) em (B), (DLPMO 45°) em (C) e (DMPLO 45°) em (D) demonstrando anquilose parcial da articulação metacarpofalangeana com 90 dias de pós-operatório, pela técnica de artrodese com haste intramedular modificada.



Fonte: Do autor (2020)

Figura 21 (animal 04 – MTD) imagens radiográficas (LM) em (A), (DLPMO 45°) em (B) com um ano de pós-cirúrgico com a haste intramedular modificada e imagem radiográfica (DLPMO 45°) em (C) após a retirada da haste intramedular modificada.

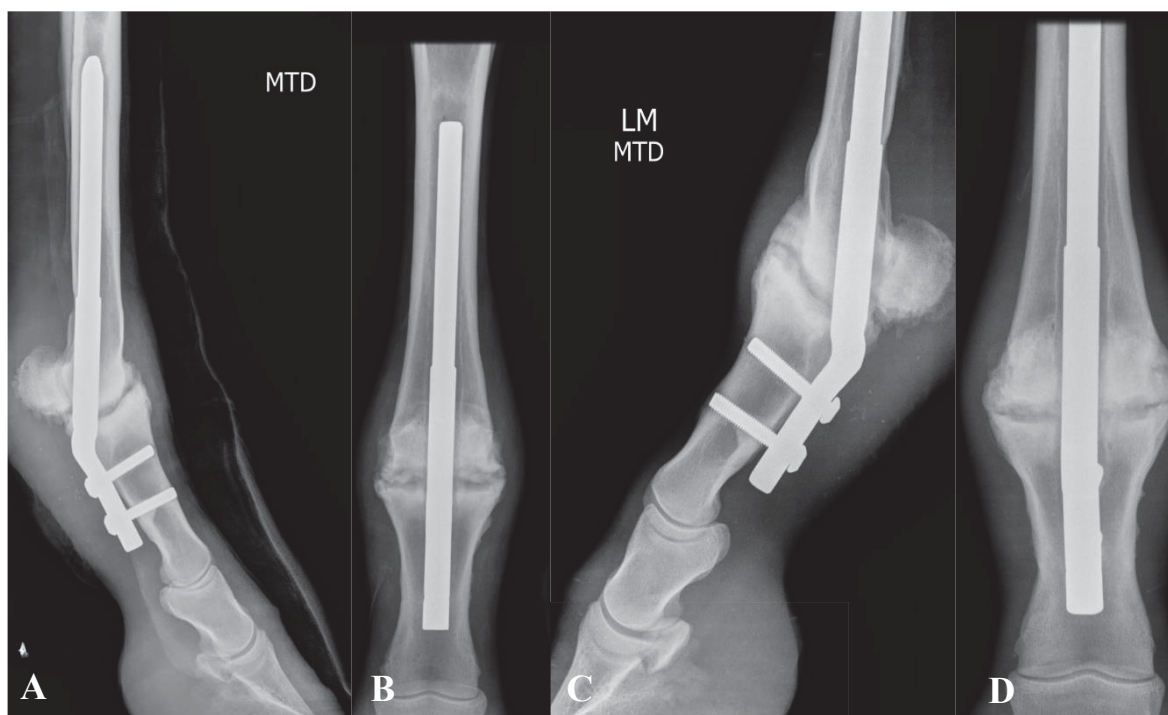


Fonte: Do autor (2020)

O paciente número cinco obteve resultado sem intercorrências pós-cirúrgicas até completa anquilose articular com oito meses de evolução, demonstrado na Figura

22, comparando também a evolução da anquilose articular com os quatro meses do pós-cirúrgico. A imobilização do membro operado ocorreu imediatamente após a cirurgia, permanecendo por 30 dias.

Figura 22 (animal 05 – MTD) imagens radiográficas (LM) em (A), (DP) em (B) demonstrando a evolução da anquilose com quatro meses de pós-cirúrgico e imagens radiográficas (LM) em (C), (DP) em (D) demonstrando a evolução da anquilose com oito meses de pós-cirúrgico.



Fonte: Do autor (2020)

Na Tabela 01, verificamos o resumo das complicações e o resultado final das cirurgias.

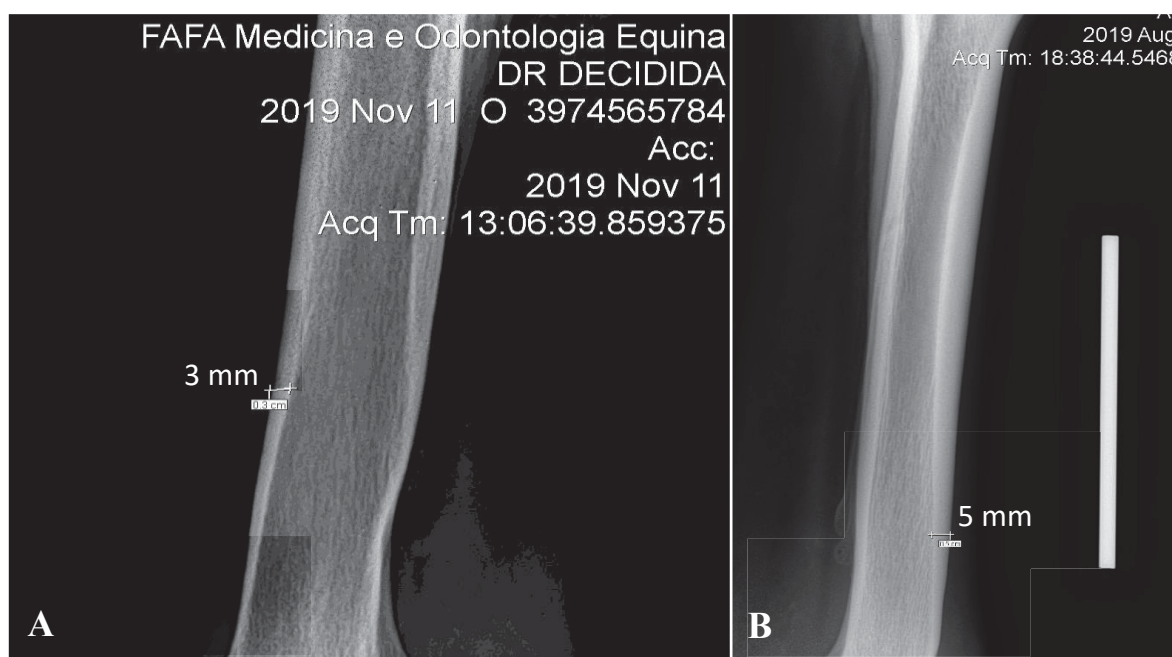
TABELA 1 – RESUMO DAS COMPLICAÇÕES E RESULTADO FINAL DAS CIRURGIAS. MEMBRO TORÁCICOS DIREITOS (MTD), MEMBRO TORÁCICO ESQUERDO (TEM) E MEMBRO PÉLVICO ESQUERDO (MPE).

Animal	Complicações	Resultados
Animal 01 – MPE	Implante curto e fratura do osso na extremidade do implante.	Sem imobilização imediatamente ao pós-operatório. Substituição por um implante bloqueado longo sem placa. Anquilose sem retirada (vivo).
Animal 02 – MTE	Fratura diafisária do terceiro osso metacarpiano onze dias no pós-cirúrgico	Imobilização imediatamente ao pós operatório até o terço proximal do terceiro osso metacarpo. Após fratura, imobilização até o nível da articulação úmero radio ulnar. Eutanásia por

complicações secundárias (cólica), 56 dias do pós-cirúrgico.		
Animal 03 – MTD	Quebra da haste/implante	Sem imobilização imediatamente ao pós-operatório. Anquilose sem retirada da haste (vivo)
Animal 04 – MTD	Infecção do implante/haste ortopédico	Sem imobilização imediatamente ao pós-operatório. Anquilose por imobilização com retirada do implante (vivo)
Animal 05 – MTD	Sem intercorrências	Imobilização imediatamente ao pós-operatório. Anquilose da articulação metacarpofalangeana (vivo)

FONTE: Do autor (2020).

Figura 23 (A) imagem radiográfica (LM), (MTE) evidenciando a espessura da cortical óssea da face dorsal do terceiro osso metacarpo com 3 mm, animal de 23 anos submetido a artrodese com haste intramedular modificada (animal 02). (B) imagem radiográfica (LM), (MTD) evidenciando a espessura da cortical óssea da face dorsal do terceiro osso metacarpo com 5 mm, animal de três anos submetido a artrodese com haste intramedular modificada (animal 04).



Fonte: Do autor (2020)

7 DISCUSSÃO

Conforme descrito por Caron (1990), Baker (2013) e Auer (2011) equinos com osteoartrites, luxações, subluxações, deformidades flexurais congênitas e ruptura traumática do aparelho suspensor, são candidatos a artrodese da articulação metacarpo/metatarsofalangeanas, indo ao encontro as indicações das técnicas utilizadas no estudo.

Optou-se pela utilização da haste intramedular confeccionada com aço cirúrgico 316 L baseando-se em um estudo descrito por Sod, et al. (2004) que utilizou um protótipo composto de aço inoxidável 316 L, que consistia em uma haste intramedular com 13 mm de diâmetro e 150 mm de comprimento, combinada com uma placa em forma de cunha com 4 orifícios, angulada em 130° em relação à haste, projetado especificamente para artrodese metacarpofalângica. No paciente número um, utilizando a técnica descrita por Sod, et al. (2004) foi evidenciada fratura no terço médio do terceiro osso metatarso. Sugere-se que esta complicação decorreu devido ao comprimento insuficiente da haste, gerando alavanca em sua extremidade proximal contra a cortical da diáfise do terceiro metatarso, resultando em insucesso na aplicação da técnica. Assim, houve indicação da modificação do implante por meio do aumento do comprimento da haste, de forma a preencher todo canal medular. No estudo da técnica da haste modificada intramedular realizada por Sod, et al. (2004) não houve fraturas, possivelmente devido ao estudo ser realizado em peças anatômicas (*in vitro*), baseando-se em um estudo biomecânico de compressão axial e fadiga, apenas com forças unidirecionais.

A fratura evidenciada no cavalo número dois pode ter ocorrido devido a fatores relacionados a idade avançada como descrito por Carter e Spengler, (2002) relatando significantes mudanças no colágeno e mineralização do osso cortical em cavalos idosos. Essas alterações dependentes da idade tendem a produzir um tecido ósseo mais duro e mais forte quando comparados ao de indivíduos jovens. Contudo a quantidade de força necessária para que ocorra a fratura geralmente diminui, tornando-o mais frágil que ossos de indivíduos jovens. Isso ocorre devido à diminuição da capacidade de absorver energia. Sherman, et al. (1995) corroboram os autores mencionados anteriormente, relatando que as propriedades materiais dos ossos longos são influenciadas pela idade.

Fatores relacionados a idade avançada são também mencionados por Carter e Spengler (2002), descrevendo que mudanças nas propriedades materiais do osso cortical como aumento da porosidade óssea e diminuição da densidade resultam em mudanças graduais na composição óssea, na microestrutura e redução na espessura da camada cortical. Os comentários descritos pelos referidos autores, corroboram com os achados radiográficos referentes a espessura da cortical óssea do animal fraturado (23 anos), quando comparado a outro animal de menor idade (três anos) também utilizado no estudo (Figura 23). Os animais possuíam escore corporal, peso e tamanho aproximado.

A quebra da haste implantada no cavalo três pode ter ocorrido devido à fatores como o reduzido número de orifícios para os parafusos junto a placa e a manipulação da haste no pré-operatório para o ajuste articular. A conformação da haste utilizada no presente trabalho difere daquela utilizada no estudo biomecânico *in vitro* desenvolvido por Sod, et al. (2004), onde a haste apresentava três orifícios para bloqueio com parafusos para osso cortical de 5,5 mm e placa com quatro orifícios. Os três orifícios distais utilizavam parafusos de 4,5 mm e o proximal de 5,5 mm, sendo este para fornecer maior compressão da placa junto a articulação. No presente estudo, a haste não apresentava orifícios para bloqueio, sendo este substituído pela osteointegração com titânio e a placa apresentava apenas dois orifícios para parafusos de 5,5 mm. Estes fatores podem ter contribuído para a quebra da haste, associado a ausência de imobilização por gesso no pós-cirúrgico.

Um fator que pode ter gerado a quebra da placa foi a modificação da haste no pré-operatório. Inicialmente, optou-se por utilizar o ângulo das hastes entre 120° e 140°, próximo ao ângulo utilizado por Sod, et al. (2004) de 130°. A haste utilizada no paciente apresentava ângulo de 140° e a partir das imagens radiográficas pré-operatórias foi necessário realizar a moldagem conferindo ângulo de 157°. Portanto, sugere-se que a manipulação durante a moldagem resultou em fragilidade do material, tornando-o mais suscetível a quebra. Não ocorreu quebra da placa no estudo desenvolvido por Sod, et al. (2004), possivelmente por não haver manipulação da haste, permanecendo com 130°. Os autores realizaram testes mecânicos de compressão axial e de fadiga aplicados a uma carga cíclica de 0 a 7,5 kN a 10 Hz. Todos os implantes permaneceram intactos, ocorrendo apenas quebra e afrouxamento dos parafusos.

A ausência de imobilização por gesso no pós-operatório também é um fator a ser considerado para a quebra da haste. A necessidade de uso do gesso nos primeiros dias, principalmente na recuperação anestésica mostrou-se fundamental, uma vez que houve quebra da haste na ausência de imobilização. Segundo Sod, et al. (2004), a maior força de compressão distal no membro torácico ocorre durante a recuperação da anestesia com 20,6 kN (2.060 kg) para uma faixa de peso entre 450 e 550 kg. Rybickief, et al. (1977) relatam que cavalos hospitalizados tem duas atividades locomotoras primárias, passo e deslocamento de peso. Ambas as atividades sobrecarregam consideravelmente a extremidade distal do membro. Quando em locomoção, promovendo deslocamento ou mudança de peso entre os membros, a atividade média dos membros torácicos durante um período de 24 horas é de 184 a 190 passos/hora (McDUFFER, et al., 2000). A imobilização por gesso no momento da recuperação anestésica e nos 30 dias do pós-operatório, reduziram os sinais cardeais da inflamação, mobilidade articular e do implante. Estes fatores contribuem para uma boa cicatrização e anquilose, minimizando os riscos de contaminação e quebra da haste respectivamente.

Knox e Watkins (2006), mencionam que a contaminação e consequente infecção é uma das principais complicações da artrodese. A infecção evidenciada no paciente quatro pode ter ocorrido devido a fatores como a circulação sanguínea local modificada, dor com inflamação tecidual, alteração de pH, aumento da temperatura local e formação de edema podem modificar a penetração de agentes antimicrobianos comprometendo a ação do fármaco (HEINEN, 2001). Estes fatores podem ter contribuído para contaminação do implante ortopédico, associado a ausência de imobilização por gesso no pós-operatório, proporcionando mobilidade da haste. Segundo Jones (1987), cerca de 60 a 65% do peso do cavalo é suportado pelos membros torácicos, influenciando diretamente a sobrecarga e inflamação tecidual, principalmente com a ausência de imobilização. Outro fator relevante é a proximidade da ferida cirúrgica ao solo, de acordo com o descrito por Jorgensen, et al., (2017).

A manipulação e preparação do paciente no pré-operatório pode também ser a causa da infecção, Verwilghen, *et al.* (2011) relatam que em contraste com os médicos, os médicos veterinários geralmente examinam seus pacientes antes da cirurgia, podendo contribuir na contaminação de suas mãos e da ferida cirúrgica. A contaminação da pele dos cirurgiões de grandes animais pode ser maior por estarem comumente envolvidos na preparação pré-operatória do paciente e sua colocação na

mesa de cirurgia, esta prática foi realizada pelo cirurgião em todos os animais do experimento. Uma alternativa para amenizar a contaminação bacteriana seria evitar a avaliação pré-cirúrgica imediata ao procedimento, procedendo-a pelo menos 24 a 48 horas anteriormente, bem como não participar da preparação pré-operatória.

A infecção da ferida cirúrgica pode ter sido desencadeada devido ao número de punções despercebidas nas luvas durante a cirurgia associado a antissepsia das mãos. Um fator importante para a redução da contaminação cirúrgica é a antissepsia das mãos, onde o efeito residual dos antissépticos é fundamental para reduzir as taxas de infecção na ferida cirúrgica (VERWILGHEN, et al. 2011). Nas cirurgias humanas a taxa de luvas perfuradas pode variar entre 30% em cirurgias cardíacas (EKLUND, et al. 2002) a 80% em cirurgias ortopédicas (YINUSA, et al. 2004). A sucessiva troca de luvas perfuradas durante o procedimento cirúrgico realizado no paciente, pode ter contribuído para a infecção da ferida cirúrgica. A antissepsia cirúrgica realizada nos procedimentos desse estudo, respeitaram as normas da Agência de Vigilância Sanitária (ANVISA, 2007), friccionando com auxílio de uma escova as mãos, espaços interdigitais e antebraço por no mínimo três a cinco minutos. Segundo mencionado por Verwilghen, et al. (2011), lavagens com fricções prolongadas ou repetidas levam a danos no estojo córneo, podendo levar ao aumento da colonização bacteriana nas mãos. Ainda um estudo realizado por Verwilghen, Mainil e Mastrocicco (2011) comparando a fricção das mãos com um produto à base de álcool e a forma esfoliante com escova utilizando gluconato de clorexidine 4% e iodopovidona, a fricção com o produto à base de álcool foi tão eficaz quanto o gluconato de clorexidine 4% e mais eficaz do que o iodopovidona no efeito imediato e, muito mais eficaz do que ambos no efeito residual do produto em três horas. Apesar das vantagens do produto à base de álcool descritas por Verwilghen, Mainil e Mastrocicco (2011) uma pesquisa recente com cirurgiões veterinários mostrou que 80% deles preferem fazer a antissepsia das mãos de forma esfoliante com escova (VERWILGHEN, et al. 2011). WHO, (2009) relata que o uso da escova reduz cerca de 80% das bactérias formadoras de colônias por até 120 minutos, mas lavagens frequentes das mãos danificam o estojo córneo da pele resultando em colonização por *Staphylococcus* e bacilos gram-negativos. Embora o estudo de Verwilghen, Mainil e Mastrocicco (2011) disserte sobre o produto à base de álcool como melhor alternativa de antissepsia, contrapõem a grande maioria dos cirurgiões por preferirem a antissepsia por esfoliação, e o mesmo não condiz com

a porcentagem de infecção pós-operatória, sendo necessário uma investigação mais detalhada em questão de antissepsia pré-cirúrgica.

Bowman, et al. (1994) relata outras complicações das técnicas convencionalmente utilizadas para artrodese, como o desajuste do implante e laminite no membro contralateral. Em nenhum dos casos ocorreu laminite no membro contralateral, possivelmente pela estabilização da articulação metacarpo/metatarsofalangeana fornecida pela técnica deste estudo, favorecendo as condições anatômicas do aparelho suspensor, diminuindo a dor e desconforto, não sobrecarregando o membro contralateral, sendo um componente essencial para o apoio e estabilidade destas articulações e do membro durante a sustentação.

O sucesso evidenciado no cavalo cinco pode ter ocorrido devido a fatores aos ajustes realizados no implante, peso do animal e imobilização por gesso durante 30 dias no pós-cirúrgico. O cavalo era o mais leve dentre os animais do experimento, pesando 250 kg, dessa forma, menor força de compressão distal pode ter sido um fator positivo. Situações como maior força de compressão distal no membro torácico ocorre durante a recuperação da anestesia com 20,6 kN (2.060 kg) para uma faixa de peso entre 450 e 550 kg (SOD, et al. 2004). Levando em consideração os comentários de Sod, et al. (2004) o peso vivo do paciente 250 kg/PV, associado a imobilização, as forças de compressão distal do membro durante as atividades locomotoras e recuperação da anestesia caíram pela metade.

Em estudo conduzido por Schade, et al. (2019) foi descrito o sucesso com a utilização da técnica do cesto de aço modificada. A técnica consiste na inserção de um cesto de aço de 25,0 mm diâmetro x 25,0 mm comprimento em orifício criado por perfurações prévias entre o terceiro metatarso e a falange proximal. O preenchimento do cesto ocorreu posteriormente com osso extraído das respectivas perfurações. Dois parafusos foram inseridos em direção proximoplantar e distoplantar na epífise distal do terceiro metatarso e epífise proximal da falange proximal respectivamente, conferindo maior estabilização ao implante.

A técnica do cesto de aço modificada possui vantagens quando comparada com outras técnicas, por utilizar apenas um cesto como implante e dois parafusos corticais, transcorrendo com um tempo cirúrgico curto e pequena incisão para acesso a articulação, minimizando as chances de infecção e outras possíveis complicações. A técnica de artrodese da articulação metacarpo/metatarsofalangeana com a haste intramedular modificada utilizada neste caso, teve como precedente os benefícios da

técnica descrita anteriormente, fornecendo favorável estabilização articular, pequena abordagem tecidual e similaridade as condições anatômicas do aparelho suspensor, sendo um componente essencial para o apoio desta articulação durante a sustentação.

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O uso da haste intramedular longa ocupando todo o canal medular, um rígido controle de técnica asséptica e a imobilização articular com gesso no pós-operatório, mostraram-se necessários para melhorar a eficiência do implante.

Apesar de um óbito, todos os pacientes evoluíram para a anquilose da articulação do boleto, demonstrando-se eficiente o desenvolvimento da haste intramedular modificada e sua aplicação clínica, entretanto mais estudos serão necessários para obtermos um implante adequado e resistente a fadiga imposta pelo porte e peso dos equinos *in vivo*.

9 REFERÊNCIAS

AAEP. Guide for veterinary service and judging of equestrian events. 5ed. Lexington, KY: **American Association of Equine Practitioners**, 1996. 63p.

ADAMS, O.R Surgical arthrodesis for treatment of bone spavin. **J. Am. Vet. Ass.** **157**, 1480-1485. 1970.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. (ANVISA) Segurança do paciente. **Higienização das mãos**, Brasília BR, 94p, 2007.

ARAÚJO F.F., CASTRO M.L., LASKOSKI L.M., PAVELSKI M., DECONTO I. & DORNBUSCH P.T. Modified steel basket technique for the treatment of equine cervical vertebral stenotic myelopathy – a case report. **Semina: Ciências Agrárias**. **36**(4): 2685-2692, 2015.

AUER, J.A; STICK, J.A. **Auer & Stick equine surgery**. Philadelphia: WB. Saunders Company, 2011.

ANGELI, A. L., NICOLETTI, J. L. M. Comparação entre dois métodos de artrodese interfalangeana proximal em eqüinos. **Archives of Veterinary Science**, **1**(203), 31–39, 2008. Disponível em: <http://ojs.c3sl.ufpr.br/ojs/index.php/veterinary/article/view/11557>. Acesso em: 30 out. 2019.

BAKER, S. T. Mechanical assessment of veterinary orthopedic implant technologies : comparative studies of canine fracture. **Texas A&M University**, 2013. Disponível em: <http://oaktrust.library.tamu.edu/handle/1969.1/149599>. Acesso em: 10 abr. 2018.

BORGES, E. M., CANOLA, J. C., MACHADO, M. R. F. Estudo morfológico e radiológico sobre a comunicação entre a articulação interfalangeana distal e a bolsa do osso navicular em peças anatômicas de eqüinos (*Equus caballus*, L. 1758). **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, **38**(6), 258–262, 2001. Disponível em: <http://doi.org/10.1590/S1413-95962001000600002>. Acesso em: 25 nov. 2018.

BOWMAN K.F., LEITCH M., NUNAMAKER D.M., FECKELMAN G.E., TATE JR. L.P., PARK M.I., BOLES C.L. RAKER C.W. Complications during treatment of traumatic disruption of the suspensory apparatus in Thoroughbred horses. **Journal of the American Veterinary Medical Association**. **184**(6): 706-715, 1984.

CANTLEY C. E. L., FIRTH E. C., DELAHUNT J. W., PFEIFFER D. U. & THOMPSON K. G. Naturally occurring osteoarthritis in the metacarpophalangeal joints of wild horses. *Equine Veterinary Journal*. **31** (1): 73-81, 1999.

CARON, J. P., FRETZ, P. B., BAILEY, J. v., BARBER, S. M. Proximal interphalangeal arthrodesis in the horse. **Veterinary Surgery**, **19**(3), 196–202, 1990. Disponível em: <http://agris.fao.org/agris>

search/search/display.do?f=1987/ES/ES87004.xml;ES87652. Acesso: 01 dez 2018

CARPENTER, R. S., GALUPPO, L. D., SIMPSON, E. L., DOWD, J. P. Clinical evaluation of the locking compression plate for fetlock arthrodesis in six thoroughbred racehorses. **Veterinary Surgery**, 37(3), 263–268, 2008. Disponível em: <http://doi.org/10.1111/j.1532950X.2008.00375.x>. Acesso em: 02 jan. 2020.

CARTER, D. R.; SPENGLER, D. M. Biomechanics of fracture. In: Sumner-Smith, G. **Bone in Clinical Orthopaedics**, p. 261-286, 2002.

DYCE, K. M (KEITH M.) **Tratado de anatomia veterinária** / K.M. Dyce, W.O. Sack, C.J.G Wensing ; [tradução Renata Scavone de Oliveira... et al.]. – Rio de Janeiro : Elsevier, 2010.

EKLUND, A. M., OJAJARVI, J., LAITINEN, K., VALTONEN, M., WERKKALA, K. A., Glove punctures and postoperative skin flora of hands in cardiac surgery. **Ann Thorac Surg** 74:149-153, 2002.

FERREIRA, R. C., SANTIN, R. A. L., & MERCADANTE, M. T. Análise crítica das técnicas cirúrgicas para artrodese do tornozelo. **Revista Brasileira de Ortopedia**, 35(6), 187–193, 2000. Disponível em: http://www.rbo.org.br/PDF/35-5/2000_jun_or01.pdf. Acesso em: 02 jan. 2020.

FONSECA, F. A., ZAMBRANO, R. S., DIAS, G. M. B., LIMA, E. M. M., ALVES, G. E. S., & GODOY, R. F. Características físico-químicas e citológicas do líquido sinovial da articulação temporomandibular em eqüinos. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, 29(10), 829–833, 2009. Disponível em: <http://doi.org/10.1590/S0100-736X2009001000009>. Acesso em 10 out 2019.

GETTY, ROBERT, 1916-1971 Sisson & Grossman: **anatomia dos animais domésticos** / Robert Getty; [tradução Alzido de Oliveira... et al.]. – [reimpr.] – Rio de Janeiro, RJ : Guanaba Koogan, 2008.

HEINEN, J. E., FREDDO R. J., DALLA COSTA, T., Penetração Tecidual de antibióticos, **Caderno de farmácia**, v. 17, n. 1, p. 9-18, 2001.

JONES, W. E., Genética e criação de cavalos. São Paulo: Roca, p. 666, 1987.
JORGENSEN, E. BAY, L. BJARNSHOLT, T., BUNDGAARD, L. SORENSEN, M. A., JACOBSEN, S. The occurrence of biofilm in na equine experimental wound model of healing by secondary intention. **Veterinary Microbiology**. 204:90-95 2017
Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.vetmic.2017.03.011> PMID: 28532812. Acesso em 10 out 2020.

KNOX, P. M., WATKINS, J. P. Proximal interphalangeal joint arthrodesis using a combination plate-screw technique in 53 horses (1994-2003), **Equine Veterinary Journal**, 38(6), 538–542, 2006 <http://doi.org/10.2746/042516406X154840>
KONIG, H. E., LIEBICH H. G., Anatomia dos animais domésticos, 6 ed., - Porto Alegre, RS; Artmed, 2016.

LATORRE, C. A. S., ZOPPA, A. L. Artrodese da articulação interfalangeana proximal

de equinos: avaliação biomecânica comparativa de técnica com placa de compressão dinâmica de 4,5mm e três orifícios, com dois parafusos transarticulares oblíquos de 5,5mm e técnica com placa em “Y” de comp. dissertação mestrado.

Universidade de São Paulo. 2016. Disponível em:

<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/10/10137/tde-22112013-122140/pt-br.php>. Acesso em 03 mar 2020.

MARANHÃO, R. P. A., PALHARES, M. S., MELO, U. P., REZENDE, H. H. C., BRAGA, C. E., SILVA FILHO, J. M., VASCONCELOS, M. N. F. Afecções mais freqüentes do aparelho locomotor dos eqüídeos de tração no município de Belo Horizonte. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, 58(1), 21–27. 2006. Disponível em: <http://doi.org/10.1590/S0102-09352006000100004>. Acesso em: 02 jan 2020

McDUFFEE, L.A., STOVER, S.M., COLEMAN, K: Limb loading activity of adult horses confined to box stalls in na equine hospital barn. **Am J Vet Res** 61:234-237, 2000.

MEEK, D. G., DICKINSON, E. O. An experimental approach to surgery of the equine fetlock and its associated structures. **Equine veterinary journal**, 9(1), 22–6. 1977 Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/837898>. Acesso em: 20 jun 2020.

MIYAZAWA, M. K., SILVA, R. D., PYLES, M. D. Doença degenerativa articular em equinos marcos kunio miyazawa. **Revista Científica Eletrônica de Medicina Veterinária**, 1998–2000, 2005.

ROSSETTI, R. B., SILVA, L. C. L. C. DA. Diagnóstico e tratamento de cistos subcondrais em eqüinos: revisão de literatura. **Revista de Educação Continuada em Medicina Veterinária e Zootecnia**, 8(1), 55–67, 2005. Disponível em: <http://revistas.bvs-vet.org.br/recmvz/article/view/3178>. Acesso em: 20 jun 2020.

RYBICKI, E.F., MILLS E. J., TURNER, A. S., et al: In vivo and analytical studies of forces and moments in equine long bones. **J Biomech** 10:701-705, 1977.

SCHADE, J., *et al*. Artrodese metatarsofalângica por meio da técnica do cesto de aço modificada em potro. **Acta Scientiae Veterinariae**, 47(Suppl 1): 462, 2019.

SCHWARZBACH, S. V., PAGLIOSA, G. M., ROSCOE, M. P., ELENIO, G., ALVES, S. Ligamento suspensório da articulação metacarpo / metatarso falangianas nos equinos: aspectos evolutivos, anatômicos, histofisiológicos e das afecções. **Ciência Rural**, 38(4), 1193–1198, 2008. Diponível em: <http://doi.org/10.1590/S0103-84782008000400050>. Acesso em 14 jul 2019.

SEO, J., YAMAGA, T., TSUZUKI, N., YAMADA, K., HANEDA, S., FUROKA, H., ... SASAKI, N. Minimally invasive proximal interphalangeal joint arthrodesis using a locking compression plate and tissue engineering in horses: A pilot study. **The Canadian Veterinary Journal**, 55(11), 1050–1056, 2014. Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4204835/>. Acesso em: 20 jul 2020

SHERMAN, K. M.; MILLER, G. J.; WRONSKI, T. J.; COLAHAN, P. T.; BROWN, M.; WILSON, W. The effect of training on equine metacarpal bone breaking strength. **Equine Veterinary Journal**, v. 27, n. 2, p. 135-139, 1995.

SILVA, M. M. Desenvolvimento de protocolo de avaliação , por determinação de escore , das alterações encontradas nas doenças articulares em equinos e sua correlação com evolução após tratamento São Paulo Desenvolvimento de protocolo de avaliação , por determinação de. **Universidade de São Paulo**, 2014. Disponível em: <http://www.bv.fapesp.br/pt/auxilios/45978/desenvolvimento-de-protocolo-de-avaliacao-por-escore-das-alteracoes-encontradas-nas-doencas-articu/>. Acesso em: 23 jul 2020.

SOD, G. A., & MARTIN, G. S. An in vitro biomechanical comparison of a prototype intramedullary pin-plate with a dynamic compression plate for equine metacarpophalangeal arthrodesis. **Veterinary Surgery**, 33(1), 83–91, 2004. Disponível em: <http://doi.org/10.1046/j.1532-950x.2004.04010.x>. Acesso em 02 fev. 2018.

STASHAK, TED. S. **Claudicação em equinos segundo Adams** / [editor] Ted S. Stashak ; [tradução de Clarisse Simões Coelho, Melanie Schölzel Marques; colaboração da tradução Ingrid Éder...et al.]. - São Paulo : Roca, 2006.

VERWILGHEN, D. R., MAINIL, J., MASTROCICCO, E. Surgical hand antisepsis in veterinary practice: Evaluation of soap scrub and alcohol based rub techniques. **Vet J** 190:372-377, 2011.

VERWILGHEN, D. R., GRULKE S., KAEMPF, G. Presurgical hand antisepsis. Concepts and current habits of veterinary surgeons. **Vet Surg** 40:515-521 2011.

WHITEHAIR, K. J., ADAMS, S. B., TOOMBS, J. P., PARKER, J. E., PROSTREDNY, J. M., WHITEHAIR, J. G., AIKEN, S. W. Arthrodesis for congenital flexural deformity of the metacarpophalangeal and metatarsophalangeal joints. **Veterinary surgery** : VS, 21(3), 228–33, 1992. Disponível em: <http://doi.org/10.1111/j.1532-950X.1992.tb00051.x>. Acesso em 20 jan 2018

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). WHO Guidelines on Hand Hygiene in Health Care. Geneva, Switzerland, **WHO**, 270p, 2009.

WYN-JONES, G., MAY, S. A. Surgical arthrodesis for the treatment of osteoarthritis of the proximal intertarsal, distal intertarsal and tarsometatarsal joints in 30 horses: a comparison of four different techniques. **Equine veterinary journal**, 18(1), 59–64. 1986. Disponível em: <http://doi.org/10.1111/j.2042-3306.1986.tb03539.x>. Acesso em: 20 jan 2019.

YINUSA, W., LI, Y. H., CHOW, W., HO, W. Y., LEONG, J. C., Glove punctures in orthopaedic surgery. **Int Orthop** 28:36-39, 2004.

ZUBROD, C. J., SCHNEIDER, R. K. Arthrodesis techniques in horses. **Veterinary Clinics of North America - Equine Practice**, 21(3), 691–711, 2005. Disponível em: <http://doi.org/10.1016/j.cveq.2005.07.004>. Acesso em: 25 fev 2019.

